

Министерство здравоохранения Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
Учреждение высшего образования  
«Уральский государственный медицинский университет»

## **МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

*Учебно-справочное пособие  
по фармацевтической химии*

Екатеринбург  
Издательство УГМУ  
2016

УДК 615.011:615.074  
ББК

М597

*Печатается по решению  
Ученого совета фармацевтического факультета  
ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России  
(протокол № 10 от 21.06.2016)*

*Ответственный редактор  
д-р фармацевт. наук А. Ю. Петров*

*Рецензенты:  
д-р хим. наук Ю. Ю. Моржерин  
д-р фармацевт. наук В. А. Компанцев*

М597 *Микрокристаллоскопические методы анализа [Текст] : уч. – справочное пособие по фармацевтической химии / Под ред. А. Ю. Петрова; ФГБОУ ВО УГМУ. Екатеринбург : Изд-во УГМУ, 2016. — 80 с.*

ISBN

Учебно-справочное пособие предназначено для подготовки к практическим занятиям по фармацевтической химии, расширения естественно-научного кругозора и формирования умения у студентов фармацевтического факультета решать нестандартные практические задачи.

УДК  
ББК

ISBN

© УГМУ, 2016



## СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА, ПРОВОДИМОГО НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛООПТИКИ. . . . .	5
2. ОСАДИТЕЛЬНЫЕ РЕАКТИВЫ . . . . .	7
3. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ И ЕЕ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ РЯДА ФАКТОРОВ . . . . .	13
4. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ . . . . .	17
5. ЧАСТНЫЕ РЕАКЦИИ С ОСАДИТЕЛЬНЫМИ РЕАКТИВАМИ . . . . .	18
5.1. Акрихин . . . . .	18
5.2. Амидопирин . . . . .	19
5.3. Анабазин . . . . .	20
5.4. Анестезин . . . . .	21
5.5. Атропина сульфат . . . . .	23
5.6. Бензонал . . . . .	27
5.7. Бензогексоний . . . . .	27
5.8. Бруцина основание . . . . .	29
5.9. Гоматропина гидробромид . . . . .	32
5.10. Дикаин . . . . .	34
5.11. Диколин . . . . .	36
5.12. Кодеина фосфат . . . . .	37
5.13. Кокаина гидрохлорид . . . . .	40
5.14. Кониин . . . . .	42
5.15. Кофеин-бензоат натрия . . . . .	43
5.16. Морфина гидрохлорид . . . . .	46
5.17. Никотин . . . . .	48
5.18. Новокаин . . . . .	50
5.19. Папаверина гидрохлорид . . . . .	52
5.20. Пахикарпина гидрохлорид . . . . .	53
5.21. Пилокарпина гидрохлорид . . . . .	54

5.22. Платифиллина гидротартрат . . . . .	59
5.23. Скополамина гидробромид. . . . .	61
5.24. Стрихнина нитрат . . . . .	63
5.25. Теобромин. . . . .	68
5.26. Теофиллин. . . . .	68
5.27. Хинина гидрохлорид. . . . .	69
5.28. Хинина сульфат . . . . .	70
5.29. Холин . . . . .	70
5.30. Фенобарбитал . . . . .	72
5.31. Этилморфина гидрохлорид. . . . .	73
5.32. Эфедрина гидрохлорид . . . . .	74
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ. . . . .	76
ПРИЛОЖЕНИЕ . . . . .	77

# **1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА, ПРОВОДИМОГО НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛООПТИКИ**

**Микрокристаллоскопические реакции** — это реакции, протекающие между исследуемым веществом и реактивом с образованием характерных кристаллов. По внешнему виду полученных кристаллов (форма, цвет, размер) открывают искомое вещество.

Микрокристаллоскопия в широком смысле слова означает все те исследования кристаллов, которые производятся под микроскопом с целью идентификации вещества. К этим исследованиям относятся наблюдения кристаллических веществ, полученных в результате реакций взаимодействия вещества с реактивом или в результате возгонки вещества, а также при получении кристаллических налетов, образовавшихся при подсыхании капли раствора, содержащего искомое вещество.

**Аналитическая ценность микрокристаллоскопических реакций:**

- 1) простота и быстрота их выполнения;
- 2) наглядность микроскопической картины;
- 3) высокая чувствительность, позволяющая идентифицировать микроколичества исследуемого вещества. Однако специфичность микрокристаллоскопических реакций нередко зависит от условий их проведения.

**Факторы, влияющие на форму кристаллов:**

*А. Концентрация исследуемого раствора.*

При большинстве микрокристаллоскопических реакций с концентрированными растворами вещества в покое (без перемешивания реагирующей смеси) образуются агрегированные кристаллы: сростки из игл, призм, пластинок и т. п. При работе с разбавленными растворами выделяются одиночные кристаллы: иглы, призмы, пластинки и т. п. Дальнейшее уменьшение концентрации раствора может привести к изменению формы одиночных кристаллов в сторону удлинения или округления отдельных граней кристалла.

Если на ряд предметных стекол наносить капли растворов с уменьшающимися количествами искомого вещества, а затем добавлять по

капле реактив, то наблюдается как бы «постепенный распад» кристаллического сростка на его составные части: иглы, пластинки, призмы, ромбы и т. п. При малых концентрациях исследуемого вещества в растворе сростки часто отсутствуют, и в поле зрения микроскопа видны только одиночные кристаллы.

*Б. Наличие примесей.*

Влияние разнообразно. Одни реакции в присутствии значительного количества примеси протекают с образованием характерных кристаллов, другие, наоборот, и при малых концентрациях постороннего компонента образуют кристаллы, форма которых изменена до неузнаваемости.

Таким образом, **недостатки микрокристаллоскопических реакций:**

1) идентификация веществ только по внешнему виду кристаллов не всегда надежна;

2) нередко с одним и тем же реактивом сходные по форме кристаллы образуют совершенно различные по химическому строению вещества.

Следует подчеркнуть, что указанные недостатки можно легко устранить, если идентификацию кристаллов проводить не только по морфологическим особенностям, но и по их оптическим константам (угол погасания  $26^\circ$ , удлинение отрицательное).

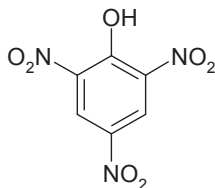
Исходя из значимости реактива для идентификации вещества с использованием микрокристаллических реакций, разберем основные виды так называемых осадительных реактивов.

## 2. ОСАДИТЕЛЬНЫЕ РЕАКТИВЫ

М. Д. Швайкова разделила реактивы, осаждающие алкалоиды, на две большие группы [7]:

### I. Реактивы, дающие с алкалоидами простые соли:

1. *Пикриновая кислота (тринитрофенол)* — используется в виде насыщенного раствора.

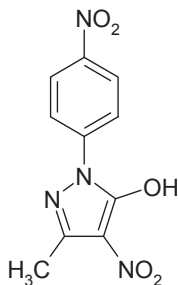


Пикриновая кислота представляет собой пластинчатые кристаллы лимонно-желтого цвета и горького вкуса, трудно растворимые в холодной воде (в 166 ч. при 6°) и легко растворимые в кипящей воде (в 20 ч.), спирте и эфире.

Водные растворы горьки, имеют интенсивно желтый цвет. Реактивом на пикриновую кислоту может служить цианистый калий (образование изопурпуровой кислоты). С основаниями пикриновая кислота дает соли — пикраты. Многие пикраты органических оснований хорошо кристаллизуются; пикриновая кислота дает также хорошо кристаллизующиеся молекулярные соединения с ароматическими углеводородами, которые могут служить для выделения последних. Кислота и ее соли сильно взрывчаты и употребляются во взрывчатой технике.

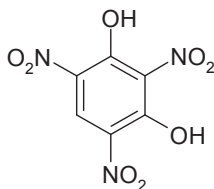
В чистом виде пикриновая кислота устойчива к обычным температурам хранения, но требует отдельного хранения от сильных окислителей, металлов и восстановителей. Не допускается действие открытого огня, трения или ударов.

2. *Пикролоновая кислота (1-п. — нитрофенил-3-метил-4-нитро-5-пиразолон)* — в виде насыщенного водно-спиртового раствора.



По свойствам пикролоновая кислота напоминает пикриновую кислоту, от которой отличается способностью давать более трудно растворимые, хорошо кристаллизующиеся желтые (красные) соли, взрывающие при нагревании. При подсыхании водных растворов пикролоновой кислоты выделяются кристаллы в форме пучков из игл.

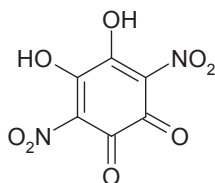
3. *Стифниновая кислота (тринитрорезорцин)* — насыщенный раствор.



Это светло-желтые гексагональные кристаллы (растворитель перекристаллизации — ацетон), жгучего вкуса, малорастворимые в холодной воде, хорошо растворимые в ацетоне, спирте, умеренно — в других органических растворителях, азотной и серной кислотах, горячей воде. Из водных растворов выкристаллизовывается в форме игл и призм.

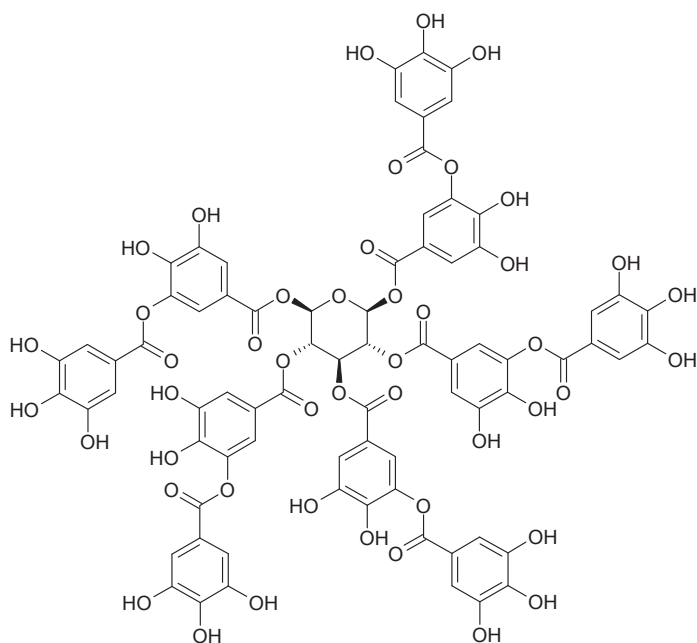
Стифниновая кислота — довольно сильная кислота и по своим свойствам сходна с пикриновой кислотой. Являясь двухосновной кислотой, может образовывать средние и кислые соли. Средние соли так же стойки, как соли пикриновой кислоты.

4. *Нитраниловая кислота (2,5-диокси, 3,6-динитро-п-бензохинон)* — 1-процентный спиртовый и 0,5-процентный водный свежеприготовленные растворы.



Представляет собой золотисто-желтые игольчатые кристаллы (растворитель перекристаллизации — ацетон), легко растворимые в воде и этаноле, не растворимы в эфире.

5. Дубильная кислота (танин).



Танин — светло-желтый или буровато-желтый аморфный порошок со слабым своеобразным запахом, вяжущего вкуса. Легко растворим в воде и спирте. Используется свежеприготовленный раствор 1:10 или 1:100. Танин образует с солями алкалоидов как в нейтральной, так и в слабокислой среде белые или желтоватые осадки, разлагаемые щелочами с образованием оснований алкалоидов. Осадки растворимы в спирте, уксусной кислоте и солях аммония.

**II. Реактивы, дающие с алкалоидами комплексные соли,** которые, в свою очередь, подразделяются еще на две подгруппы:

**А. Реактивы, содержащие в своем составе металлоиды:**

1.  $I/KI$ .

Приготовление реактивов:

*реактив Вагнера* — растворяют 1 г йода в растворе 2 г йодида калия в 50 мл воды;

*реактив Бушарда* — растворяют 1,27 г йода и 2 г йодида калия в 100 мл воды.

Реактивы дают с водными растворами солей алкалоидов бурые осадки гидройодидов  $AlK \cdot HI \cdot I_x$ .

2.  $Br/KBr$ .

3. *Фосфорно-молибденовая кислота — реактив Зоннеништейна* ( $H_3PO_4 \cdot 12MoO_3 \cdot 2H_2O$ ).

Фосфорно-молибденовая кислота является одним из наиболее чувствительных реактивов на алкалоиды. Она образует аморфные или кристаллические светло-желтые и бурые осадки, из которых едкие и углекислые щелочи выделяют основания алкалоидов. Многие алкалоиды очень чувствительны к этому реактиву.

Приготовление реактива: раствор моногидрофосфата натрия  $Na_2HPO_4$  осаждают раствором молибдата аммония в азотной кислоте. Осадок растворяют в возможно малом количестве раствора карбоната натрия. Раствор выпаривают досуха, остаток прокалывают до полного удаления аммиака, затем растворяют в десятикратном количестве воды и прибавляют азотную кислоту до тех пор, пока вначале образовавшийся осадок снова не растворится.

4. *Фосфорно-вольфрамовая кислота — реактив Шейблера* ( $H_3PO_4 \cdot 12WO_3 \cdot 2H_2O$ ).

Реактив образует белые аморфные осадки почти со всеми алкалоидами. Осадки разлагаются гидратом окиси бария или гидратом окиси кальция с выделением свободных алкалоидов. Многие алкалоиды очень чувствительны к этому реактиву.

Приготовление реактива: 10 г вольфрамата натрия и 7 г моногидрофосфата натрия  $Na_2HPO_4$  растворяют в 50 мл воды и подкисляют азотной кислотой.

5. *Кремневольфрамовая кислота — реактив Бертрана* ( $SiO_2 \cdot 12WO_3 \cdot 2H_2O$ ).



Светло-желтый кристаллический порошок.

Приготовление раствора: 1 г кремневольфрамовой кислоты растворяют в воде и доводят объем до 100 мл.

Обладает высокой чувствительностью к алкалоидам: осаждает атропин и хлористоводородный хинин при очень большом разведении. Эти осадки растворяются под действием щелочей, образуя легко растворимый кремневольфрамат натрия.

6. *Реактив Рейнеке* —  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}(\text{SCN})_4$ .

Кристаллы иглы лилового цвета. В водном растворе разлагается с выделением свободного цианистого водорода.

Соль Рейнеке служит реактивом для осаждения первичных и вторичных аминов, пролина и оксипролина и некоторых аминокислот

Образование сростков кристаллов с ромбовидными концами указывает на наличие атропина в пробе. Предел обнаружения: 0,1 мкг атропина в пробе.

#### **Б. Реактивы, содержащие в своем составе металлы:**

1. *Реактив Марме*  $\text{CdI}_2/\text{KI}$ .

Приготовление реактива: растворяют 5 г йодида кадмия в горячем растворе, содержащем 10 г йодида калия в 30 мл воды, и затем смешивают с равным объемом насыщенного раствора йодида калия.

Реактив образует с алкалоидами белые или желтоватые осадки, как правило, растворимые в избытке реактива; некоторые алкалоиды (атропин) осаждаются лишь из сравнительно концентрированных растворов; кофеин не осаждается.

2. *Реактив Майера*  $\text{HgI}_2/\text{KI}$ .

Приготовление реактива: к 1,35 г хлорида ртути (II) прибавляют 20 мл 25-процентного раствора хлорида калия. После растворения хлорида ртути прибавляют воду до 100 мл.

Дает с большинством солей алкалоидов в нейтральной или слабнокислой среде беловатые или желто-белые осадки; не осаждает колхицина, кофеина и соланина.

3. *Реактив Драгендорфа*  $\text{BiI}_3/\text{KI}$ .

Приготовление реактива: растворяют 8 г основного нитрата висмута в 20 мл азотной кислоты удельного веса 1,18 и вливают в раствор, содержащий 27,2 г йодида калия в 30 мл воды. Через несколько дней жидкость отфильтровывают от выделившегося нитрата калия, а фильтрат разбавляют водой до 100 мл.

Раствор йодида висмута в йодиде калия образует с растворами серноокислотных и солянокислых солей алкалоидов аморфные, а с никотином, анабазином, кониином, ареколином, пахикарпином, эфедрином — кристаллические осадки оранжевого или кирпично-красного цвета.

#### 4. $HgCl_2$ (сулема).

Используется в виде 15-процентного раствора.

Получение: выпаривание досуха раствора ртути в горячей  $H_2SO_4$ , смешивается с NaCl и небольшим количеством двуокиси марганца; при нагревании в глиняных ретортах на песчаной бане происходит взаимодействие:  $HgSO_4 + 2 NaCl = HgCl_2 + Na_2SO_4$ ; реакция идет до конца, сулема возгоняется в холодные части реторт. Для получения можно также действовать хлором на ртуть при обыкновенной или повышенной  $t^\circ$ .

Сулема — тяжелый, белый, кристаллический порошок, растворимый в 16 ч. холодной воды, в 3 ч. кипящей, в 3 ч. спирта, в 4 ч. эфира.

Кристаллизуется в виде белых иголочек ромбической системы.

С анабазином и анабазином-сульфатом дает белый осадок.

#### 5. Платинохлористоводородная кислота — 10-процентный раствор ( $H_2[PtCl_6] \cdot 6H_2O$ ).

Получается при растворении Pt в царской водке. Представляет собой красно-бурые кристаллы с Т. плавл.  $60^\circ$ ; хорошо растворяется в воде. Раствор 1:20. Со многими алкалоидами дает аморфные, а с некоторыми (героин) — характерные кристаллические осадки.

#### 6. Палладиевохлористоводородная кислота — 1-процентный раствор

( $H_2PdCl_6$ ).

Получается при растворении Pd в царской водке.

#### 7. Золотохлористоводородная кислота — 5-процентный раствор ( $HAuCl_4$ ).

Кристаллизуется в виде желто-оранжевых игольчатых кристаллов. Реактив очень гигроскопичен. Хорошо растворим не только в воде, но и во многих сухих кислородсодержащих органических растворителях: спиртах, эфирах, кетонах.

В практике применение получили лишь немногие из описанных в литературе общеалкалоидных осадительных реактивов.

### 3. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ И ЕЕ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ РЯДА ФАКТОРОВ

Чувствительность реакций обычно выражают открываемым минимумом и предельной концентрацией или предельным разбавлением.

Открываемым минимумом по Ф. Файглю называется наименьшее количество вещества, которое может быть обнаружено данным реактивом. Открываемый минимум выражается в микрограммах и обозначается мкг.

Для установления открываемого минимума проводится серия реакций с растворами, содержащими все уменьшающиеся количества испытуемого вещества. При количестве вещества, соответствующем открываемому минимуму, в поле зрения микроскопа видны 2–3 кристалла.

В 1930 г. Ф. Ган для полноты характеристики чувствительности реакции предложил определять предельную концентрацию; в том же году К. Геллер — предельное разбавление.

Под **предельной концентрацией** или **предельным разбавлением** понимают наименьшую концентрацию вещества в растворе, определенный объем которого дает еще положительный результат реакции.

По И. М. Коренману, открываемый минимум и предельная концентрация взаимно связаны между собой следующей формулой:

$$C = \frac{v \cdot 10^6}{m},$$

где:  $C$  — предельная концентрация;

$m$  — открываемый минимум;

$V$  — объем исследуемого раствора в мл.

Пользуясь этой формулой, можно легко рассчитать открываемые минимум и предельную концентрацию.

#### **Время реакции как фактор**

При проведении микрокристаллоскопических реакций и определении их чувствительности большое значение имеет продолжительность времени наблюдения за реакцией. Продолжительность времени наблюдения за реакцией зависит от скорости образования видимых под микроскопом кристаллов — продуктов реакций. Чем чувствительнее реакция, тем быстрее скорость образования кристаллов в разбавленных растворах.

## **Факторы, влияющие на скорость образования продуктов реакции:**

### *1. Концентрация исследуемого раствора.*

Скорость образования кристаллов — продуктов реакции — уменьшается с уменьшением концентрации исследуемого раствора.

### *2. Объем исследуемой капли.*

С уменьшением объема капли продолжительность опыта сокращается вследствие быстрого испарения капли, однако шансов на положительный исход реакции меньше, чем при исследовании более крупной капли.

### *3. Наличие примесей в растворе.*

Скорость образования кристаллов уменьшается с увеличением концентрации примеси в нем. Подавляющее большинство исследуемых нами реакций ведет себя аналогичным образом. Однако имеются и такие реакции, при проведении которых примесь ускоряет процесс кристаллизации (реакция пилокарпина хлористоводородного с 0,5-процентным раствором пикриновой кислоты в присутствии небольших количеств примеси этилморфина или реакция атропина с платилохлористоводородной кислотой в присутствии примеси кокаина).

### *4. Техника проведения реакции.*

Скорость ряда микрокристаллоскопических реакций находится в зависимости и от техники их выполнения. Потирание предметного стекла стеклянной палочкой на месте соединения капель растворов исследуемого вещества и реактива приводит к быстрому выделению кристаллов — продуктов реакции.

Потирание стеклянной палочкой предметного стекла наиболее эффективно при проведении тех реакции, в которых фазе образования кристаллов не предшествует фаза аморфного состояния выделенного вещества.

### *5. Примеси.*

Чувствительность микрокристаллоскопических реакций понижается при наличии посторонних компонентов (примесей) в исследуемой капле.

**Граничная концентрация** — это наименьшая концентрация исследуемого вещества в растворе, при которой еще образуются кристаллические сростки. Ниже граничной концентрации выделяются только одиночные кристаллы.

Чем выше чувствительность реакции, тем меньше граничная концентрация. Таким образом, определив заранее граничную концентрацию реакции, можно при рассматривании осадка под микроскопом судить примерно и о концентрации искомого вещества в растворе. Наличие в поле зрения микроскопа только одиночных кристаллов свидетельствует о том, что концентрация вещества в растворе меньше граничной концентрации. Одновременно одиночные кристаллы и сrostки наблюдаются чаще всего в растворах, концентрация которых близка к граничной.

Чувствительность осадительных реактивов неодинакова по отношению к различным алкалоидам. На первом месте по чувствительности стоит фосфорно-вольфрамовая кислота, затем фосфорно-молибденовая кислота, растворы йодида висмута в йодиде калия, йода в йодиде калия и др. Наименее чувствительными реактивами являются танин и пикриновая кислота (табл. 1).

Ввиду различной чувствительности общеалкалоидных осадительных реактивов нельзя удовлетвориться применением лишь одного реактива. Может оказаться, что этот реактив будет нечувствителен к неизвестному алкалоиду, содержащемуся в объекте исследования в виде ничтожных следов. В то же время применение большого количества реактивов из числа известных нерационально.

Все общеалкалоидные реактивы не являются специфичными для алкалоидов. Кроме алкалоидов, труднорастворимые осадки или образование мути способны давать белки, продукты их распада, другие вещества, содержащие гетероатом азота.

В силу этого реакции с общеалкалоидными реактивами рассматриваются как предварительные исследования, способные лишь определенным образом ориентировать химика.

В химико-токсикологическом анализе для достижения максимальной уверенности в направлении анализа по правильному пути применяют обычно не один, а 3–4 наиболее чувствительных, характерных и доступных осадительных общеалкалоидных реактива.

В лабораториях наиболее часто применяются следующие реактивы: раствор йода в йодиде калия, йодида висмута в йодиде калия, йодида ртути в йодиде калия, фосфорно-молибденовую (или фосфорно-вольфрамовую) кислоту.

Сравнительная таблица чувствительности некоторых общеалкалоидных реактивов  
(М. Д. Швайкова. Токсикологическая химия, 3-е издание, 1975)

Алкалоид	Реактив						
	Реактив Бушарда	Реактив Драгендорфа	Реактив Майера	Фосфорно- молибденовая кислота	Фосфорно- вольфрамовая кислота	Кремневоль- фрамовая кислота	Пикриновая кислота
Аконитин	1:22 000	1:11 000	1:12 800		1:40 000	1:45 000	Не дает осадка
Апоморфин	1:10 000	1:20 000	1:1 200				
Ареколин	1:1 000	1:300 000	1:1 00	1:5 000	Не дает осадка	1:5 000	1:100
Атропин	1:30 000	1:10 000	1:2 000	1:10 000	1:1 000	1:40 000	1:200
Бруцин	1:65 000		1:50 000	1:1 000 000	1:500 000	1:160 000	
Кодеин	1:100 000	1:50 000	1:4 000	1:50 000	1:120 000	1:35 000	1:600
Кокаин	1:100 000	1:160 000	1:160 000	1:50 000	1:1 000 000	1:200 000	1:1 500
Конинин	1:10 000	1:10 000	1:1 000	1:5 000	1:1 000	1:1 000	Не дает осадка
Морфин	1:100 000	1:16 000	1:2 500	1:33 000	1:33 000	1:12 000	Не дает осадка
Наркотин	1:50 000	1:40 000	1:50 000	1:400 000	1:400 000	1:125 000	1:4 000
Никотин	1:1 000	1:40 000	1:15 000	1:40 000	1:500 000	1:500 000	1:1 000
Папаверин	1:10 000	1:10 000	1:50 000	1:10 000	1:200 000		
Пахикарпин	1:70 000	1:40 000	1:60 000	1:10 000			1:3 000
Пилокарпин	1:25 000		1:60 000	1:200 000	1:200 000	1:500 000	1:700
Платифиллин	1:80 000	1:10 000	1:3 500	1:11 000	1:20 000		1:300
Стрхнин		1:400 000	1:400 000		1:600 000	1:300 000	1:9 000
Хинин	1:200 000	1:40 000**	1:100 000	1:40 000	1:500 000	1:100 000	
Эзерин /физостигмин	1:25 000	1:25 000			1:25 000		
Сальсолин	1:750	1:4 000	1:250	1:500			1:100

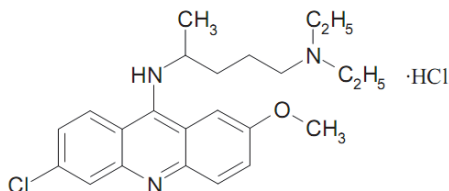
#### **4. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ**

Правильная оценка результатов реакций осаждения алкалоидов общеалкалоидными реактивами имеет очень большое значение. Если учесть, что реакции эти неспецифичны и чувствительность их колеблется в самых широких пределах, станет ясным, что получение мути или осадка при использовании 3–4 общеалкалоидных реактивов будет показывать наличие в исследуемом материале какого-то азотсодержащего вещества основного характера (не обязательно алкалоида). Установить, что это за вещество, можно только после применения других реакций и способов исследования. Наоборот, отрицательный результат реакций с общеалкалоидными реактивами — отсутствие мути или осадка — дает право делать вывод о том, что при проведенном определенным способом исследовании не найдено алкалоидов и каких-либо других веществ, которые могли бы дать осадки или образовать муть с осадительными реактивами. Это значит, что только при отрицательных результатах этих реакций можно сделать вывод о ненахождении алкалоидов. Получение же положительных результатов может расцениваться всего лишь как необходимость дальнейшего терпеливого и настойчивого исследования на наличие алкалоидов другими реакциями.

Поэтому, наряду с визуальным наблюдением появления продуктов реакции, изучают форму получившихся кристаллов, которая для каждого вещества с определенным реактивом будет своя.

## 5. ЧАСТНЫЕ РЕАКЦИИ С ОСАДИТЕЛЬНЫМИ РЕАКТИВАМИ

### 5.1. Акрихин



Реакция акрихина с раствором йода в концентрированной соляной кислоте При добавлении к капле раствора акрихина капли раствора йода в концентрированной соляной кислоте в ту же минуту образуется кристаллический осадок, состоящий из игл, собранных в пучки (рис. 1).

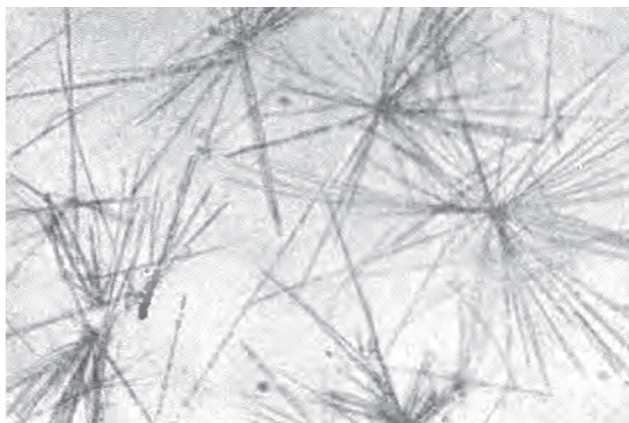


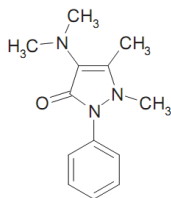
Рис. 1. Продукт реакции акрихина с раствором йода в концентрированной соляной кислоте

При стоянии осадка иглы утолщаются, местами видны пучки из удлинённых призм. Аналогичной формы кристаллы акрихин образует с реактивом Драгендорфа.

Открываемый минимум: 4,1 мкг акрихина; предельная концентрация 1:4878.



## 5.2. Амидопирин



### Реакция амидопирина с раствором йода в концентрированной соляной кислоте

При взаимодействии капель раствора амидопирина с двумя каплями раствора йода в концентрированной соляной кислоте выделяются призматические кристаллы (рис. 2).

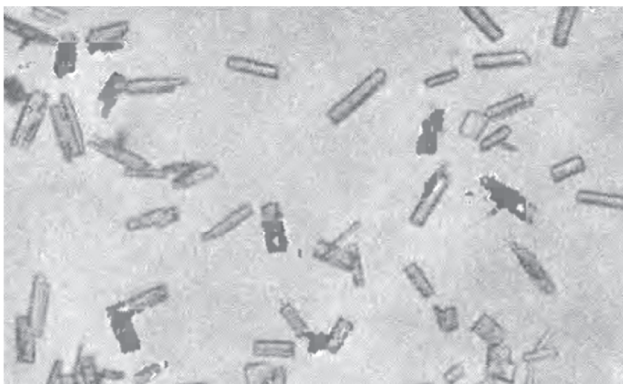


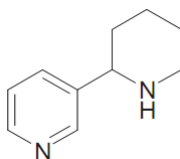
Рис. 2. Продукт реакции амидопирина с раствором йода в концентрированной соляной кислоте

Средний размер кристаллов — 0,02\*0,01 мм. При рассмотрении в проходящем свете имеет интенсивную окраску следующих цветов: желтый, черно-красный, серовато-оранжевый (трихроизм). Открываемый минимум: 0,3 мкг амидопирина; предельная концентрация — 1:666 666.

### Реакция амидопирина с раствором хлорида окисной ртути

Добавление к капле раствора амидопирина капли 5-процентного раствора хлорида окисной ртути приводит к выделению характерных крестообразных дендритов и шестиугольных пластинок. Открываемый минимум: 22,2 мкг амидопирина; предельная концентрация — 1:900.

### 5.3. Анабазин



#### Реакция анабазина с раствором йодвисмутата калия

Реакцию образования йодвисмутата анабазина можно проводить двумя путями:

1. Каплю анабазина помещают на предметное стекло и закрывают часовым стеклом (диаметр 1 см), на внутренней стороне которого помещена капля реактива Драгендорфа. Предметное стекло подогревают на голем огне до помутнения верхней капли. После охлаждения предметного стекла выделившиеся через 15–20 минут кристаллы рассматривают под микроскопом.

2. Каплю раствора анабазина соединяют на предметном стекле с каплей раствора йодвисмута калия. Предметное стекло, содержащее аморфный осадок, помещают во влажную камеру. Через 25–35 минут кристаллы йодвисмутата анабазина рассматривают под микроскопом. Кристаллы йодвисмутата анабазина в виде сростков из ромбов, 5-гранных кристаллов в виде зубчатых игл (рис. 3). Открываемый минимум: 1,0 мкг; предельная концентрация — 1:10000.

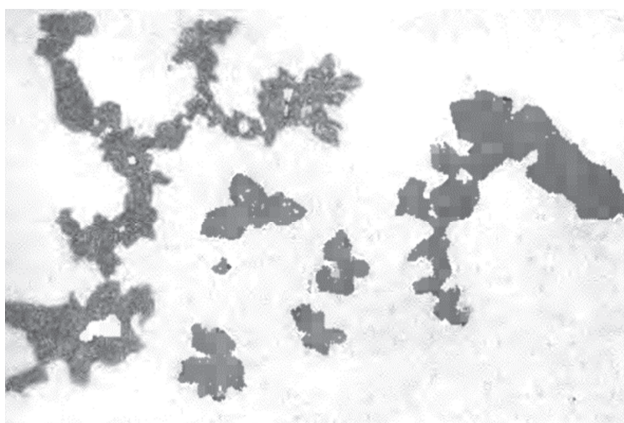


Рис. 3. Йодвисмутат анабазина (соль Рейнеке)

### Реакции анабазина с раствором тетрародандиаминохромата аммония

При соединении на предметном стекле капли водного раствора анабазина с каплей 1-процентного свежеприготовленного раствора соли Рейнеке в ту же минуту выпадает густой мелкокристаллический осадок рейнеката анабазина (рис. 4), состоящий из сростков иглообразных кристаллов. При стоянии кристаллы несколько увеличиваются в размерах. Открываемый минимум: 0,7 мкг анабазина; предельная концентрация — 1:14285.

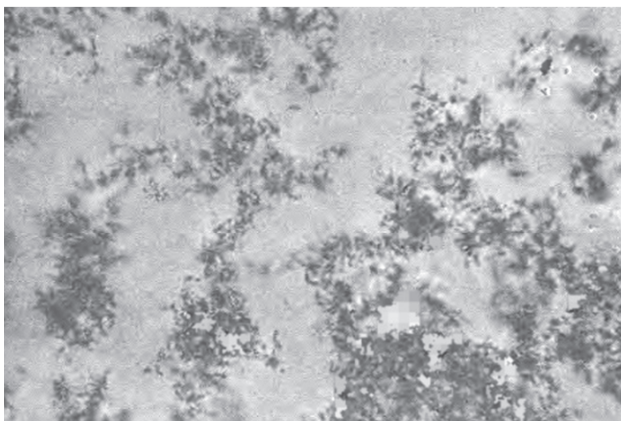
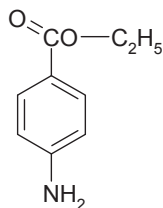


Рис. 4. Рейнекат анабазина

### **5.4. Анестезин**



Анестезин — хорошо ограниченные призмы размером 0,2\*0,08 мм.

### Реакция анестезина с раствором пикриновой кислоты

Кристаллы пикрата анестезина, полученные на предметных стеклах, при соединении капли спиртового раствора анестезина

с каплей 0,5-процентного раствора пикриновой кислоты представляют собой пучки из игольчатых и волосовидных кристаллов (рис. 5).

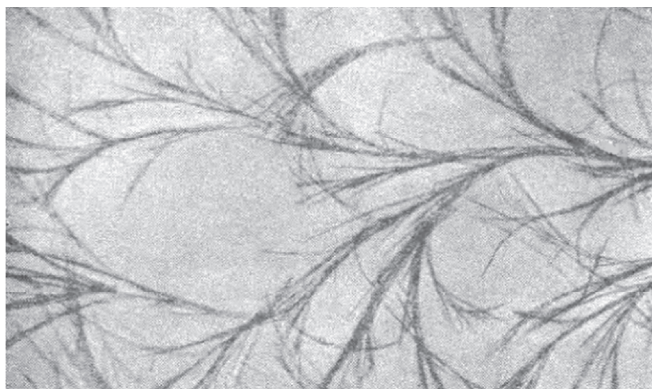


Рис. 5. Пикрат анестезина

Кристаллы пикрата анестезина имеют высокое интерференционное окрашивание: зеленое, светло-красное. Открываемый минимум: 7 мкг анестезина; предельная концентрация — 1:2857.

Реакция анестезина с раствором хлорида окисной ртути

При взаимодействии капля спиртового раствора анестезина и 1-процентного раствора хлорида окисной ртути через 3–5 минут выпадают в осадок иглообразные кристаллы (рис. 6).

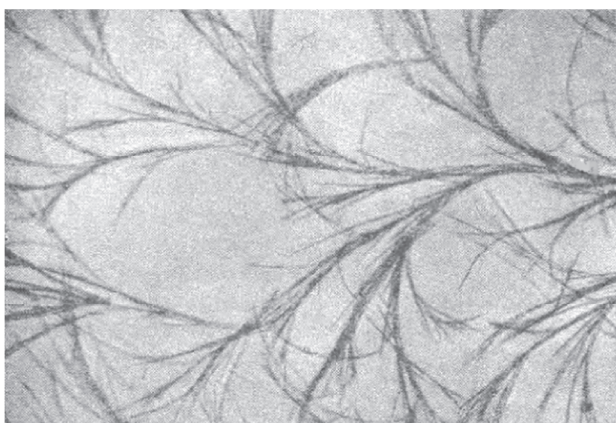


Рис. 6. Продукт реакции анестезина с хлоридом окиси ртути

Кристаллы двуосны. Открываемый минимум: 20 мкг анестезина; предельная концентрация — 1:1000. Реакция специфична. Другие местноанестезирующие вещества, такие как кокаин, новокаин, дикаин, совкаин, новокаинамид, кристаллических осадков с названным реактивом не образуют.

#### Реакция анестезина с раствором йодида кадмия

При добавлении к капле спиртового раствора анестезина капли 15-процентного раствора йодида кадмия через 5 минут выпадают в осадок крупные игольчатые кристаллы (рис. 7). Длина игл — более 2 мм, ширина — 0,03 мм.

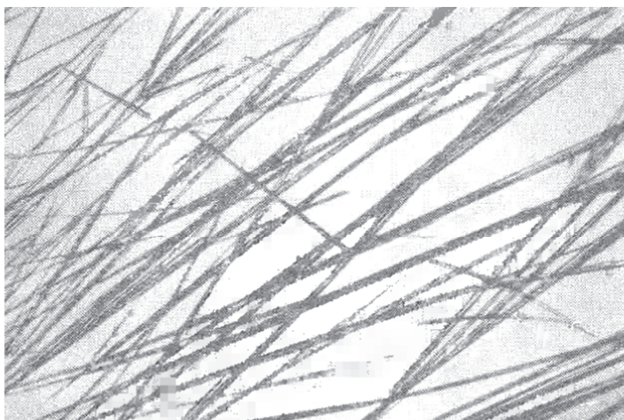
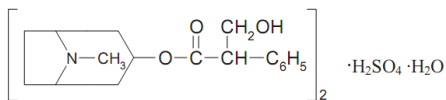


Рис. 7. Продукт реакции анестезина с раствором йодида кадмия

### 5.5. Атропина сульфат



Кристаллы атропина сульфата (фармакопейный препарат): гранулы-чешуйки (рис. 8а), размеры — 0,04\*0,03 мм; после перекристаллизации из воды — это крупные сросшиеся пластинки и иглы (рис. 8б).



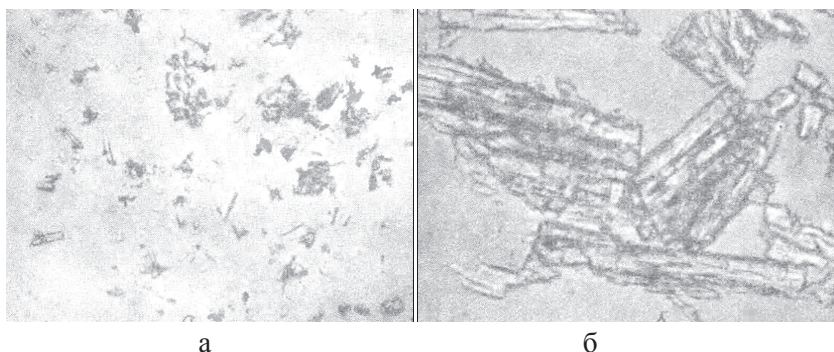


Рис. 8. Атропина сульфат

#### Реакция атропина с раствором пикриновой кислоты

Для выполнения реакции каплю исследуемого раствора соединяют на предметном стекле с каплей 0,5-процентного раствора пикриновой кислоты; через несколько минут выделяются бледно-желтые кристаллы пикрата атропина  $[C_{17}H_{23}NO_3 \cdot C_6H_2(NO_2)_3OH]$  — сrostки из тонких пластинок (рис. 9), а также отдельные пластинки размером  $0,14 \times 0,1$  мм.

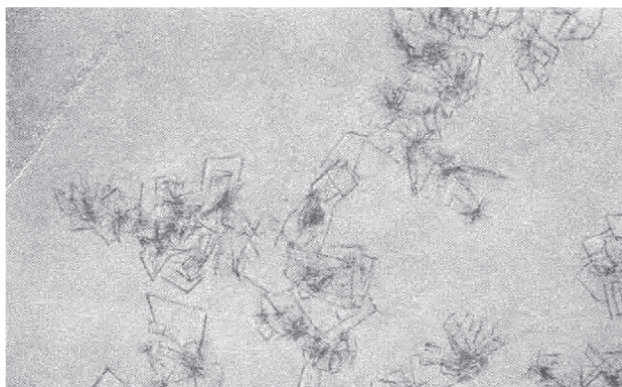


Рис. 9. Пикрат атропина

#### Реакция атропина с раствором пикролоновой кислоты

К капле анализируемого раствора на предметном стекле прибавляют каплю насыщенного раствора пикролоновой кислоты. Вскоре выпадает кристаллический осадок пикролоната атропина

( $C_{17}H_{23}N_4O \cdot C_{10}H_8N_4O_5$ ), состоящий из тонких, почти бесцветных пластинок, сросшихся у основания в виде цветка (рис. 10а и 10б). При стоянии сростки из пластинок распадаются на отдельные кристаллы (рис. 10в).

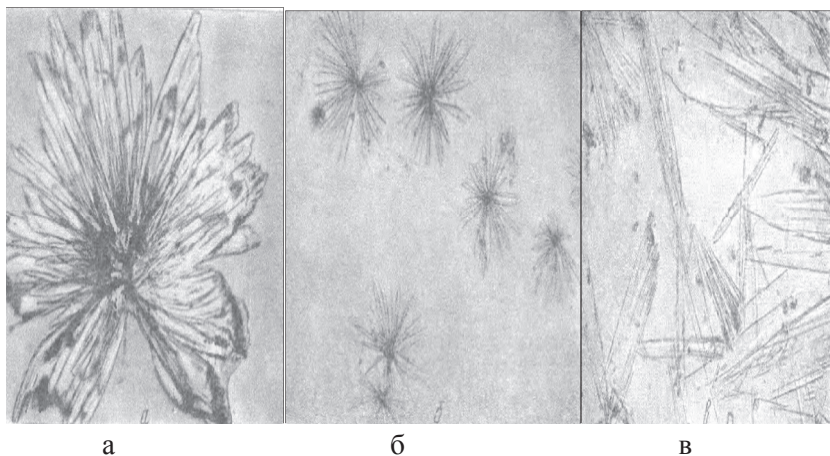


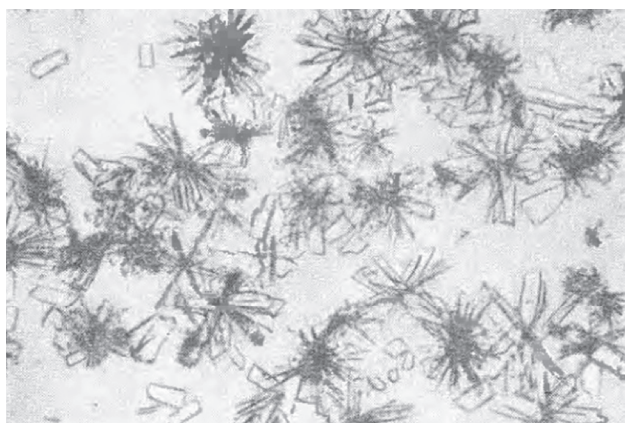
Рис. 10. Пикролонат атропина

#### Реакция атропина с раствором стифниновой кислоты

При соединении капли исследуемого раствора с каплей насыщенного раствора стифниновой кислоты образуется бледно-желтый аморфный осадок, переходящий со временем в кристаллический. Для быстрого выпадения кристаллов рекомендуется потирание предметного стекла стеклянной палочкой на месте соединения капель. Кристаллы — сростки из бесцветных тонких пластинок (рис. 11).

#### Реакция атропина с раствором соли Рейнеке

На предметном стекле соединяют каплю исследуемого раствора с каплей свежеприготовленного 1с/и раствора соли Рейнеке — выпадает аморфный, сиреневого цвета осадок, быстро переходящий в кристаллический (рис. 12). Кристаллические сростки размером  $0,1 \times 0,1$  мм состоят преимущественно из кристаллов с ромбовидными концами. При разбавлении раствора наблюдаются отдельные ромбовидные пластинки бледно-сиреневого цвета.



*Рис. 11. Стифнат атропина*



*Рис. 12. Рейнекат атропина*

Реакции атропина с раствором золотохлористоводородной  
кислотой

При взаимодействии капле растворов атропина сульфата и 5-процентного раствора  $\text{HAuCl}_4$  выделяется кристаллический осадок, состоящий из своеобразных кристаллических сrostков (рис. 13).

При наложении покровного стекла на осадок кристаллы превращаются в сплошную бесформенную массу. Открываемый минимум: 40 мкг атропина; предельная концентрация — 1:250.





Рис. 13. Хлораурат атропина

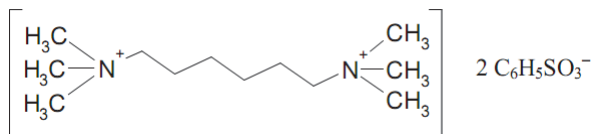
## 5.6. Бензонал

Фармакопейный препарат представляет собой кристаллы в форме табличек и бесформенных глыбок размером 0,18\*0,1 мм.

### Реакция бензамона с раствором пикриновой кислоты

Кристаллы пикрата бензамона образуются при соединении капель растворов бензамона и 0,6 мг раствора пикриновой кислоты. Выделению кристаллического осадка способствует потряхивание предметного стекла, содержащего указанные выше капли. Кристаллы пикрата бензамона — удлиненные призмы светло-желтого цвета. Открываемый минимум: 34 мкг.

## 5.7. Бензогексоний

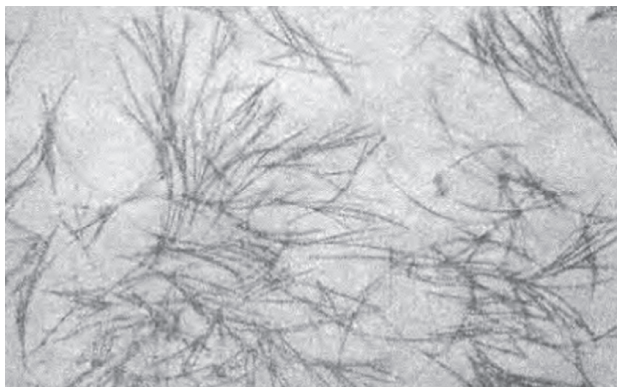


Гексоний Б — мелкие кристаллические пластинки.

Бензогексоний является симметричным бисчетвертичным аммониевым соединением, обладающим весьма сильной ганглиоблокирующей активностью.

#### Реакция гексония с раствором пикриновой кислоты

Игольчатой формы кристаллы пикрата гексония получают путем соединения капель раствора гексония Б или йодида гексония с 0,5-процентным раствором пикриновой кислоты (рис. 14). Открываемый минимум: 5 мкг гексония; предельная концентрация — 1:2000.



*Рис. 14. Пикрат бензогексония*

#### Реакция гексония с раствором стифниновой кислоты

Игольчатые кристаллы стифната гексония (рис. 15) выделяются при реакции бензогексония или гексония йодида с насыщенным раствором стифниновой кислоты. Открываемый минимум: 5 мкг гексония; предельная концентрация — 1:2000.

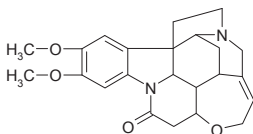


*Рис. 15. Стифнат гексония Б*

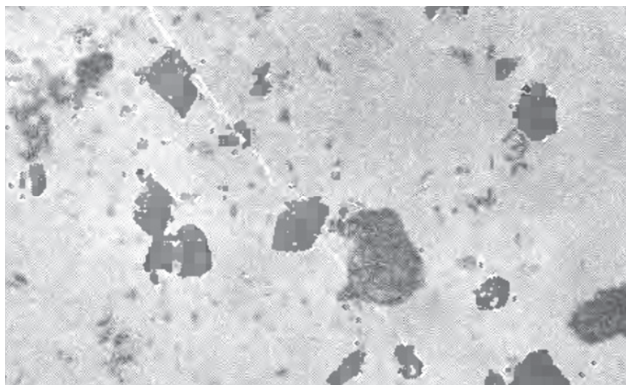
### Реакция гексония с раствором пикролоновой кислоты

Кристаллы пикрлоната гексония — иглы и пучки из игл — легко выделяются при соединении капель растворов гексония В или гексония йодида с каплями насыщенного раствора пикролоновой кислоты.

### **5.8. Бруцина основание**



Таблички, иглы и бесформенные куски (рис. 16) размером 0,16\*0,1 мм.



*Рис. 16. Бруцина основание*

На первый взгляд кристаллы напоминают аморфную массу серого цвета, так как на своей поверхности адсорбируют частички мелких кристаллов.

### Реакция бруцина с раствором пикролоновой кислоты

От прибавления капли насыщенного раствора пикролоновой кислоты к капле раствора бруцина гидрохлорида выделяется бледно-желтая муть, переходящая при стоянии в кристаллический осадок. При микроскопическом исследовании осадка видны характерные звездчатые группы, а также ростки из мелких пластинок (рис. 17).

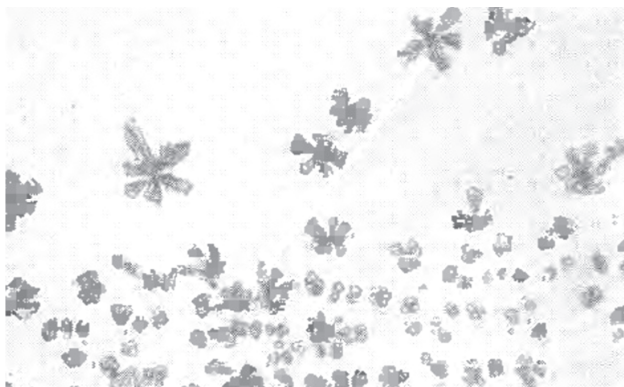


Рис. 17. Пикролонат бруцина

#### Реакция бруцина с раствором стифниновой кислоты

Каплю исследуемого раствора алкалоида соединяют с каплей насыщенного раствора стифниновой кислоты — образуется аморфный осадок, для перевода которого в кристаллический необходимо нагревание предметного стекла. По охлаждении предметного стекла выделяются призматические кристаллы (рис. 18) размером  $0,1 \times 0,03$  мм и пучки из призм. Открываемый минимум: 4 мкг бруцина; предельная концентрация — 1:2500.



Рис. 18. Стифнат бруцина

### Реакция бруцина с раствором нитраниловой кислоты

От прибавления к капле хлористоводородной, если бруцина капли 1-процентного свежеприготовленного раствора нитраниловой кислоты выпадают интенсивно желтые пластинки и призмы с двусторонними концевыми гранями  $(C_{23}H_{26}O_4N_2)_2 \cdot C_6H_8O_8N_2$  (рис. 19) размером  $0,2 \times 0,04$  мм. Из концентрированных растворов алкалоида выделяются пучки кристаллов размером  $0,3 \times 0,3$  мм. Открываемый минимум: 20 мкг бруцина; предельная концентрация — 1:500.

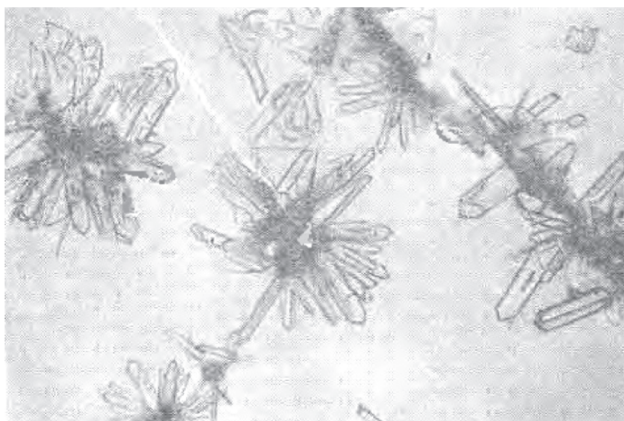


Рис. 19. Нитранилат бруцина

### Реакция бруцина с раствором платинохлористоводородной кислоты

При соединении капель исследуемого раствора алкалоида и 10-процентного раствора платинохлористоводородной кислоты в ту же минуту образуются игольчатые кристаллы хлороплатината бруцина  $(C_{23}H_{26}O_4N_2)_2 \cdot H_2PtCl_6$  (рис. 20) размером  $0,06 \times 0,01$  мм. Открываемый минимум: 1 мкг бруцина; предельная концентрация — 1:10000.

### Реакция бруцина с раствором палладиевохлористоводородной кислоты

В каплю раствора бруцина гидрохлорида вводят каплю раствора палладиевохлористоводородной кислоты. Вскоре выпадает кристаллический осадок. При микроскопическом наблюдении осадка видны пучки из игл, а местами — шестиугольные пластинки (рис. 21)





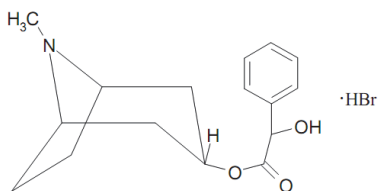
*Рис. 20. Хлороплатинат бруцина*



*Рис. 21. Хлоропалладеат бруцина*

желтого цвета размером  $0,05 \times 0,04$  мм. Открываемый минимум: 2 мкг бруцина; предельная концентрация — 1:10 000.

## 5.9. Гоматропина гидробромид



Кристаллы гоматропина гидробромида — пластинки либо бесформенные, либо прямоугольной формы (рис. 22). Размер кристаллов — 0,08\*0,06 мм.

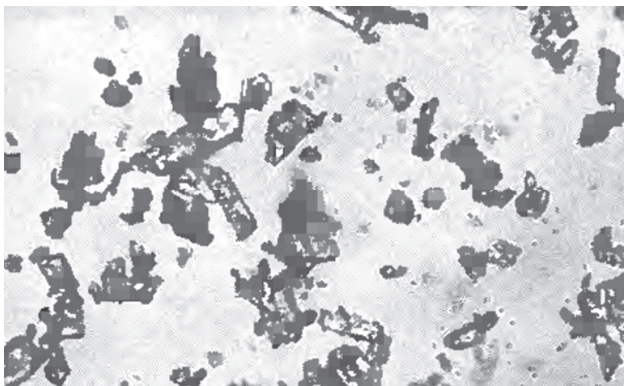


Рис. 22. Гоматропина гидробромид

Реакция гоматропина с раствором тетрародандиаминохромата  
аммония

При взаимодействии капль растворов гоматропина гидробромида и 1-процентного раствора соли Рейнеке через 5–10 минут выделяются характерные кристаллические сростки из ромбовидных и округлых пластинок бледно-фиолетового цвета (рис 23). Открываемый минимум: 2,5 мкг гоматропина; предельная концентрация — 1:4000.

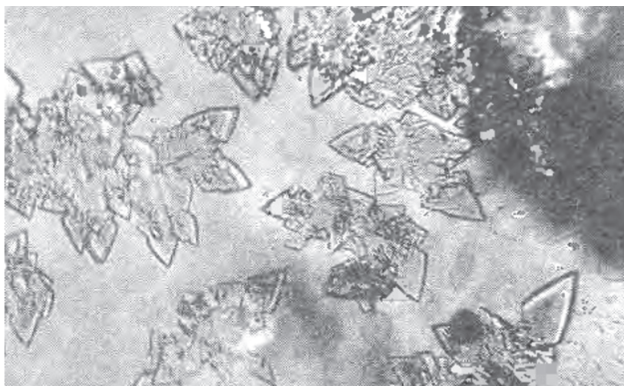
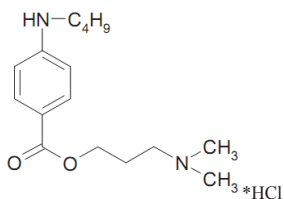


Рис. 23. Рейнекат гоматропина

### 5.10. Дикаин



Кристаллы дикаина представляют собой хорошо ограненные призмы (рис. 24) размером 0,2\*0,04 мм.

Реакция дикаина с 0,5-процентным раствором пикриновой кислоты. Образуются кристаллы в виде дендритов (рис. 25).

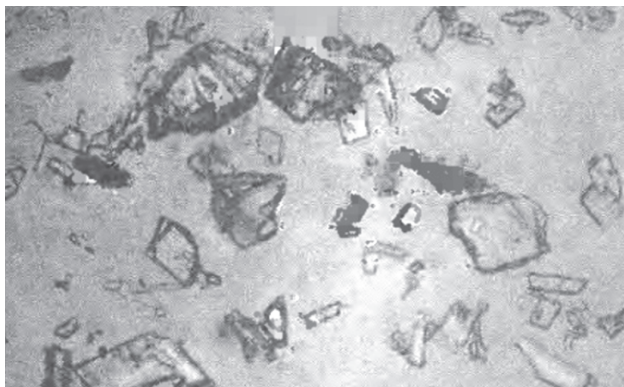


Рис. 24. Дикаин

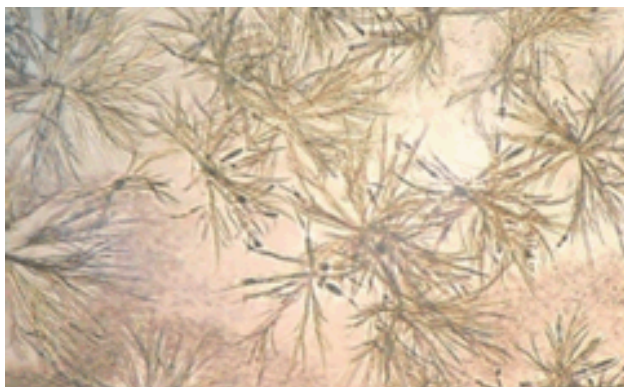


Рис. 25. Пикрат дикаина



### Реакция дикаина с раствором стифниновой кислоты

Кристаллы стифната дикаина — характерные дендриты (рис. 26), образуются при взаимодействии капель раствора дикаина и насыщенного раствора стифниновой кислоты. Потирание предметного стекла на месте соединения капель исследуемого раствора и реактива стеклянной палочкой приводит к быстрому выпадению кристаллов призматического габитуса. Открываемый минимум: 2,7 мкг дикаина; предельная концентрация — 1:3700.

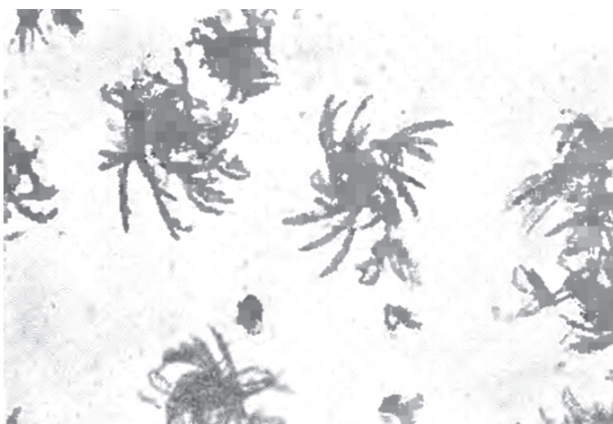


Рис. 26. Стифнат дикаина

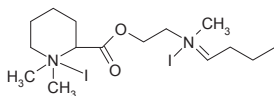


Рис. 27. Продукт реакции дикаина с раствором йодида кадмия

### Реакция дикаина с раствором йодида калия

При взаимодействии капель растворов дикаина и йодида калия выделяются характерные кристаллические сростки (рис. 27). Открываемый минимум: 13 мкг дикаина; предельная концентрация — 1:1538.

### **5.11. Диколин**



### Реакция диколина с раствором пикриновой кислоты.

При добавлении к капле раствора диколина на предметном стекле капли 0,5-процентного раствора пикриновой кислоты выпадает аморфный желтый осадок, переходящий через 2–5 минут в кристаллический. Кристаллы пикрата диколина — иглы длиной 0,1 мм и пучки из игл (рис. 28). Открываемый минимум: 0,4 мкг диколина; предельная концентрация — 1:50 000.



Рис. 28. Пикрат диколина

### Реакция диколина с раствором стифниновой кислоты

Соединение капель раствора диколина и насыщенного раствора стифниновой кислоты приводит к получению мелкокристаллического осадка желтовато-зеленого цвета. Кристаллы стифната диколина игольчатые, длиной 0,08 мм (рис. 29). Из разбавленных растворов

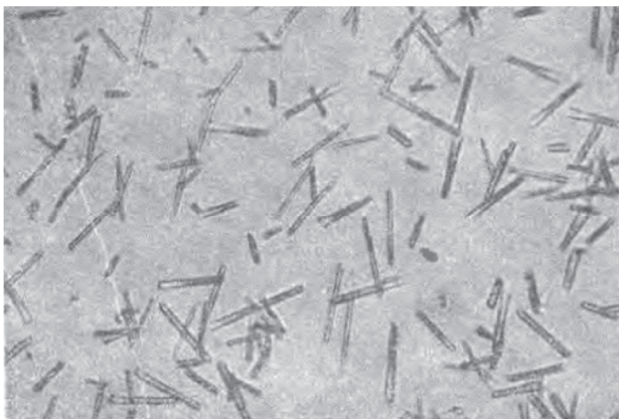
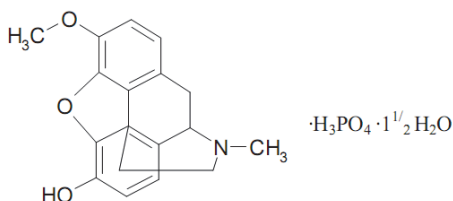


Рис. 29. Стифнат диколина

диколина выпадают иглы размером 0,1 мм и более. Открываемый минимум: 1 мкг диколина; предельная концентрация — 1:20 000.

### 5.12. Кодеина фосфат



Игольчатой и пластинчатой формы (рис. 30) кристаллы.

Кодеина основание ( $C_{17}H_{18}O_2N \cdot OCH_3$ ). Мелкие призматические кристаллы.

#### Реакция кодеина с раствором пикролоновой кислоты

При соединении капле исследуемого раствора и насыщенного раствора пикролоновой кислоты образуется желтый аморфный осадок, который при стоянии становится кристаллическим. Под микроскопом наблюдаются кристаллы двух видов: желтые сферолиты, аналогичные пикрлонату морфина, и пучки из бледно-желтых пластинок (рис. 31). Открываемый минимум: 1 мкг кодеина; предельная концентрация — 1:2000.

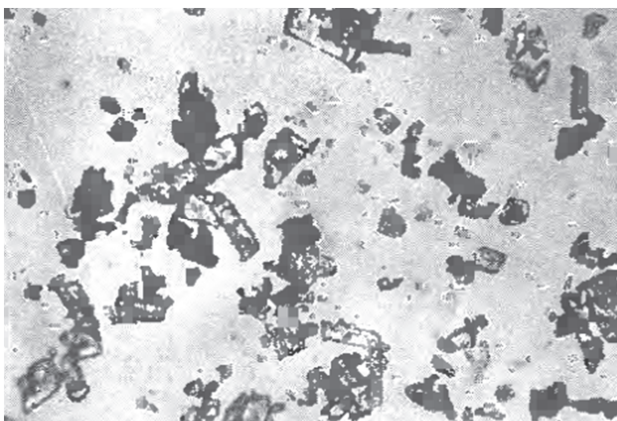


Рис. 30. Кодеина фосфат



Рис. 31. Пикролонат кодеина

#### Реакция кодеина с раствором йодида кадмия.

Крупинку кодеина основания растворяют в капле 0,1 н. соляной кислоты и добавляют каплю 15-процентного раствора йодида кадмия. Вначале выделяется белый, аморфный осадок, который при стоянии (10–20 минут) переходит в кристаллический. Под микроскопом видны пучки из призм и дендриты (рис. 32). Открываемый минимум: 4,2 мкг кодеина; предельная концентрация — 1:2880.



Рис. 32. Продукт реакции кодеина с раствором йодида кадмия

Реакция кодеина с раствором хлорида окисной ртути

При взаимодействии кодеина основания, растворенного в 0,1 н. соляной кислоте, с 5-процентным раствором хлорида окисной ртути и при потирании предметного стекла в области этих капель стеклянной палочкой выделяется кристаллический осадок. Осадок состоит из иглообразных и пластинчатых кристаллов (рис. 33). Открываемый минимум: 13 мкг кодеина; предельная концентрация — 1:770.

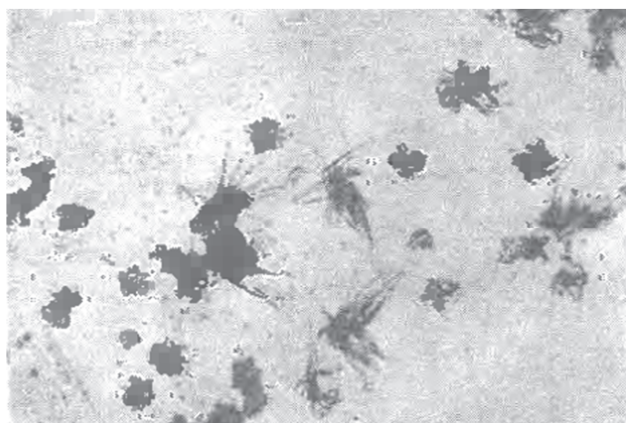
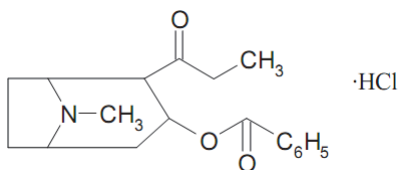


Рис. 33. Продукт реакции кодеина с раствором хлорида окисной ртути



### 5.13. Кокаина гидрохлорид



Тонкие пластинки и таблечки (рис. 34) размером 0,06\*0,03 мм. Иногда в поле зрения микроскопа наблюдается наложение пластинок одна на другую.

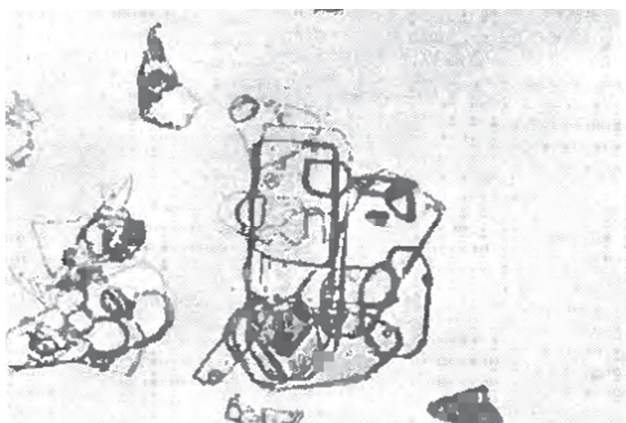


Рис. 34. Кокаина гидрохлорид

#### Реакция кокаина с раствором стифниновой кислоты

На предметном стекле соединяют капли исследуемого раствора и насыщенного раствора стифниновой кислоты; через некоторое время наблюдают образование пучков из бледно-желтых игл размером 0,6\*0,6 мм (рис. 35). Открываемый минимум: 10 мкг кокаина; предельная концентрация — 1:1000.

#### Реакция кокаина с раствором платинохлористоводородной кислоты

Для выполнения реакции соединяют на предметном стекле капли исследуемого раствора и 10-процентного раствора платинохлористоводородной кислоты. Из концентрированных растворов соли кокаина

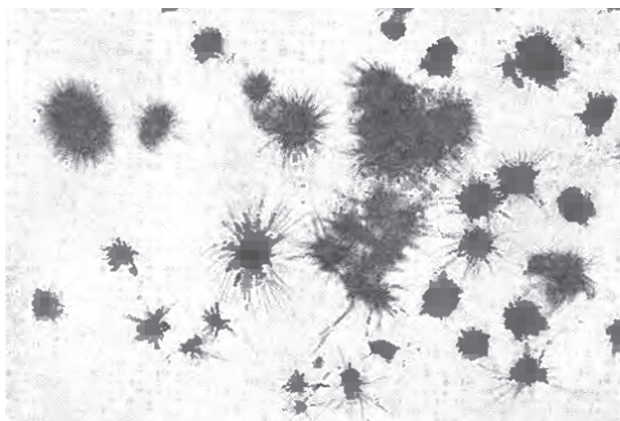


Рис. 35. Стифнат кокаина

тотчас выпадают перистые дендриты (рис. 36) размером 0,2\*0,12 мм. Из разбавленных растворов (открываемый минимум 33 мкг кокаина и меньше) выделяются кристаллы в виде штыков. Открываемый минимум: 3,3 мкг кокаина; предельная концентрация — 1:3333.



Рис. 36. Хлороплатинат кокаина

#### Реакция кокаина с раствором золотобромистоводородной кислоты

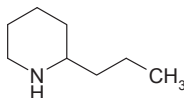
К капле раствора кокаина гидрохлорида прибавляют каплю реактива, состоящего из 5-процентного раствора золотохлористоводородной

кислоты, концентрированной соляной кислоты и ацетона (1:1:1), и маленькую крупинку бромида калия — тотчас выделяются бледно-желтые кристаллы X-образной или игольчатой формы, а также сrostки их в виде пучков из игл и пластинок (рис. 37). Длина игольчечек 0,06 мм. Открываемый минимум: 4 мкг кокаина; предельная концентрация — 1:5000.



Рис. 37. Бромоаурат кокаина

#### 5.14. Кониин



##### Реакция кониина с раствором йодвисмута калия

Для выполнения реакции каплю кониина помещают на предметное стекло и сверху накрывают часовым стеклом (диаметр 1 см), на внутренней стороне которого помещена капля раствора йодвисмута калия (реактива Драгендорфа). Предметное стекло нагревают на голом огне и после охлаждения осадок рассматривают под микроскопом (не снимая часового стекла). Наблюдаются кристаллы в форме ромбов и параллелограммов. Кристаллы желто-оранжевого цвета (рис. 38). Кристаллы йодвисмута кониина выделяются также при проведении реакции путем простого соединения капель кониина с реактивом. Полученный аморфный осадок необходимо поместить во влажную камеру (эксикатор с водой). Характерные кристаллы

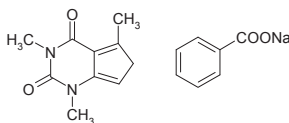




Рис. 38. Йодвисмутат кинина

выделяются через 30–40 минут. Открываемый минимум: 3,5 мкг кинина; предельная концентрация — 1:10 000.

### 5.15. Кофеин-бензоат натрия



Мелкие игольчатые кристаллы (рис. 39) длиной 0,04 мм.

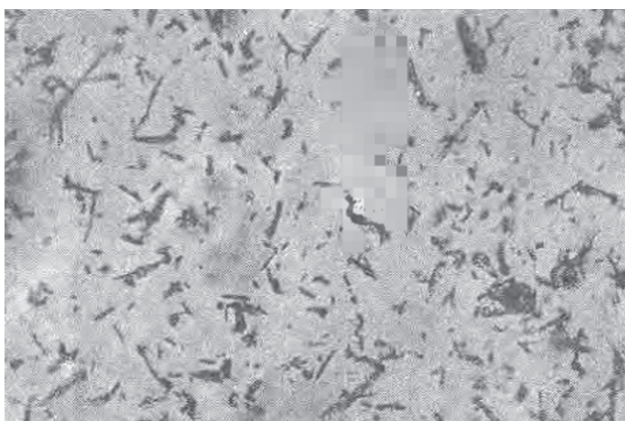


Рис. 39. Кофеина бензоат натрия

### Реакции кофеина с хлоридом окисной ртути

Если к капле исследуемого раствора соли кофеина прибавить каплю 5-процентного раствора хлорида окисной ртути, то через некоторое время начинают образовываться крупные, шелковистые, бесцветные иглообразные кристаллы (рис. 40).

Открываемый минимум: 9,4 мкг кофеина; предельная концентрация — 1:532.

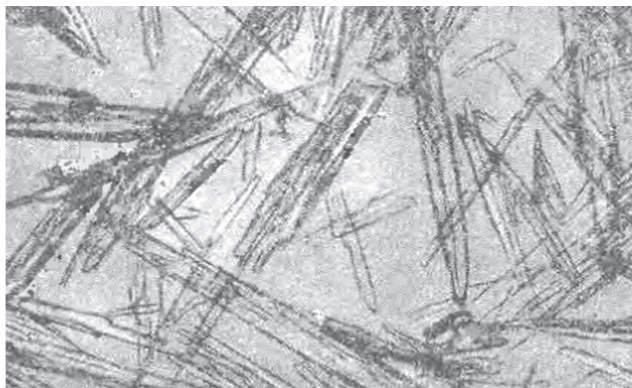


Рис. 40. Продукт реакции кофеина с раствором хлорида окисной ртути

### Реакция кофеина с раствором платинохлористоводородной кислоты

К капле испытуемого на присутствие кофеина раствора добавляют на предметном стекле каплю 10-процентного раствора платинохлористоводородной кислоты — через некоторое время выпадают в осадок кристаллы — тонкие пластинки с шероховатой поверхностью, а также игольчатые кристаллы. Открываемый минимум: 20 мкг кофеина; предельная концентрация — 1:500.

### Реакции кофеина с раствором золотобромистоводородной кислоты

Смешивают на предметном стекле каплю исследуемого раствора и реактива, состоящего из 6-процентного раствора хлорида золота, концентрированной соляной кислоты и ацетона (1:1:1). В образовавшийся осадок вводят несколько кристаллов бромидка калия — осадок из желтого становится красным. При микроскопическом наблюдении видны

крупные желтовато-коричневые и бесцветные иглы (рис. 41) длиной 0,9 мм. Состав кристаллов:  $C_8H_{10}N_4O_2 \cdot AuBr_4 \cdot 2H_2O$ . Открываемый минимум: 5 мкг кофеина; предельная концентрация — 1:4000.

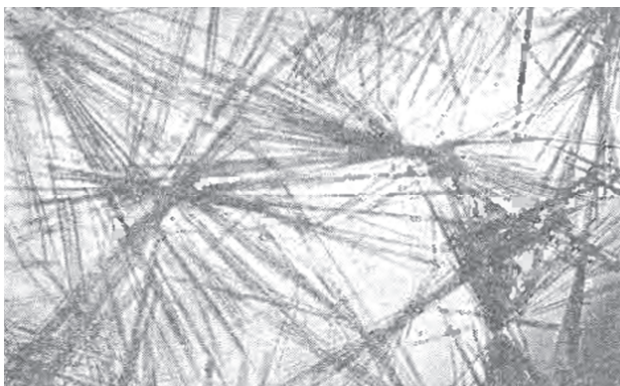


Рис. 41. Бромоаурат кофеина

Реакция кофеина с раствором палладиевохлористоводородной  
кислоты

При соединении капель растворов кофеин-бензоата натрия и палладиевохлористоводородной кислоты образуются пучки из тонких игл  $2C_8H_{10}N_4O_2 \cdot PdCl_2$ . При стоянии осадка среди пучков выделяются крупные бесцветные иглы длиной 1,2 мм и пластинки.

Микроскопическая картина осадка показана на рис. 42. Открываемый минимум: 0,58 мкг кофеина; предельная концентрация — 1:5000.

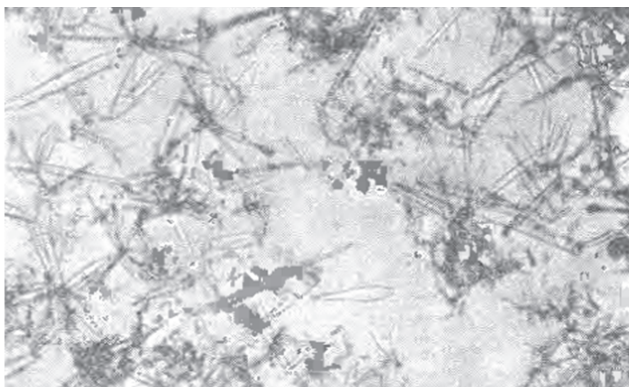
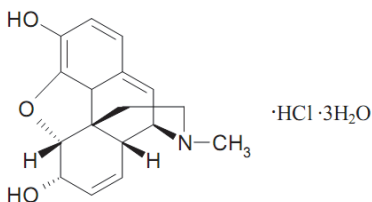


Рис. 42. Хлоропалладеат кофеина

### 5.16. Морфина гидрохлорид



Морфина гидрохлорид (рис. 43) — игольчатые кристаллы размером  $0,06 \times 0,02$  мм.

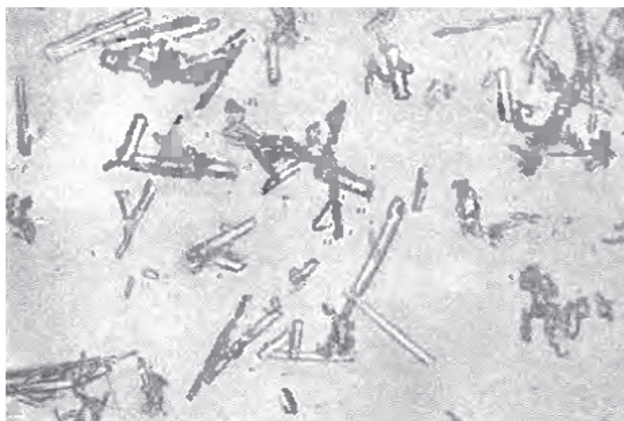


Рис. 43. Морфина гидрохлорид

#### Реакция морфина с раствором йодида кадмия

При соединении на предметном стекле анализируемой капли с каплей 15-процентного раствора йодида кадмия наблюдается образование белого осадка, состоящего из бесцветных игл, собранных в пучки (рис. 44). Открываемый минимум: 2,5 мкг морфина; предельная концентрация — 1:2000.

#### Реакция морфина с раствором пикролоновой кислоты

При взаимодействии капля исследуемого раствора и насыщенного раствора пикролоновой кислоты образуется желтая муть, которая при стоянии превращается в кристаллический осадок, состоящий из желтых сферолитов (как пятики) размером  $0,06 \times 0,06$  мм. Кристаллы пикроло-

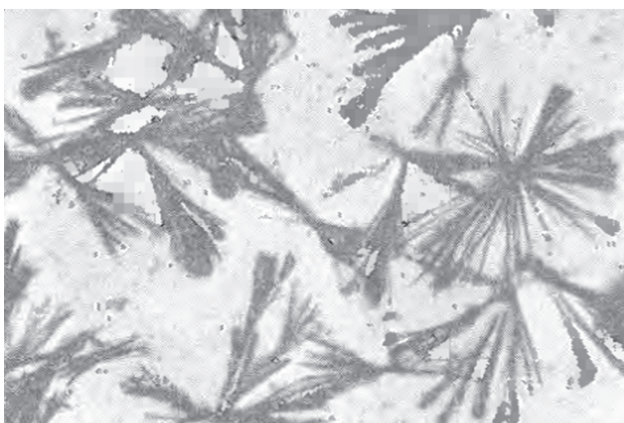


**Рис. 44. Продукт реакции морфина с раствором йодида кадмия**

ната морфина имеют формулу  $(C_{17}H_{18}NO_3 \cdot C_{10}H_8N_4O_5)$ . Открываемый минимум: 1 мкг морфина; предельная концентрация — 1:2000.

#### Реакция морфина с раствором хлорида окисной ртути

Каплю раствора морфина гидрохлорида соединяют на предметном стекле с каплей 5-процентного раствора хлорида окисной ртути и в месте соединения капель производят потирание предметного стекла стеклянной палочкой. Через 1–2 минуты под микроскопом наблюдаются характерные пучки из игл (рис. 45).



**Рис. 45. Продукт реакции морфина с раствором хлорида окисной ртути**



### Реакция морфина с раствором тетрародандиаминохромата аммония

При добавлении к капле раствора морфина гидрохлорида капли 1-процентного свежеприготовленного раствора соли Рейнеке образуется сиреневый осадок, содержащий кристаллы в виде густых сростков из пучков тонких игл (рис. 46) размером  $2 \times 0,06$  мм. Открываемый минимум: 2 мкг морфина; предельная концентрация — 1:1000.

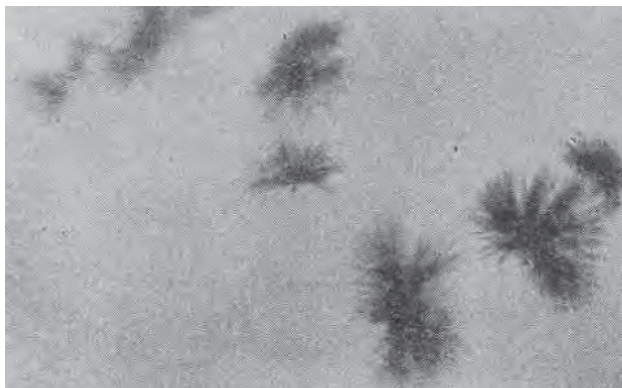
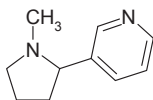


Рис. 46. Рейнекат морфина

### **5.17. Никотин**



#### Реакция никотина с раствором пикриновой кислоты

Капля 0,5-процентного раствора пикриновой кислоты, введенная в каплю исследуемого раствора, осаждает пикрат никотина в форме удлинённых призм, собранных в группы (рис. 47), из разбавленных растворов в виде отдельных коротких призм.

Кристаллы пикрата никотина  $[C_{10}H_{14}N_2 \cdot 2C_6H_2(NO_2)_3OH]$ . Открываемый минимум: 3,3 мкг никотина; предельная концентрация — 1:3030.



Рис. 47. Пикрат никотина

Реакция никотина с раствором тетрадандиаминохромата  
аммония

Для выполнения реакции к кайле исследуемого раствора добавляют каплю свежеприготовленного 1-процентного раствора соли Рейнеке — вскоре выделяются мелкие кристаллические сrostки, которые при стоянии увеличиваются. Тогда становится видно, что они состоят из призм с концевыми гранями (рис. 48). Открываемый минимум: 1,2 мкг никотина; предельная концентрация — 1: 16 650.

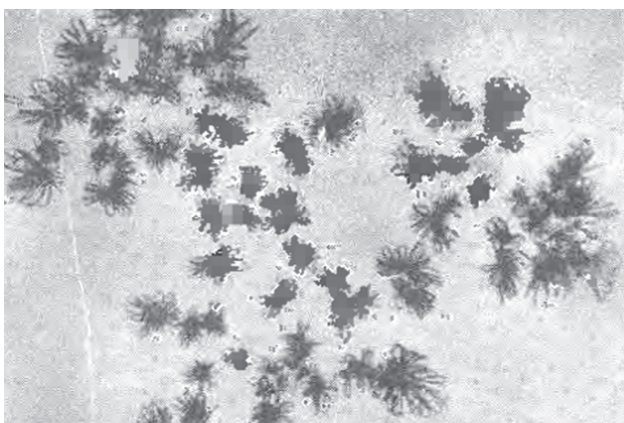


Рис. 48. Рейнекат никотина

### Реакция никотина с раствором йодвисмутата калия

При соединении на предметном стекле капля никотина и раствора йодвисмутата калия (реактива Драгендорфа) вскоре образуются кристаллы в форме игл, разнообразных сростков из игл (летающие птицы и др.) и призм. Цвет кристаллов коричневый, длина их — 0,03 мм. При проведении данной реакции методом возгонки никотина (см. аналогичную реакцию на конииин) кристаллы йодвисмутата никотина выделяются в виде пучков из продольно сросшихся игл (рис. 49). Открываемый минимум: 1 мкг никотина; предельная концентрация — 1:40 000.

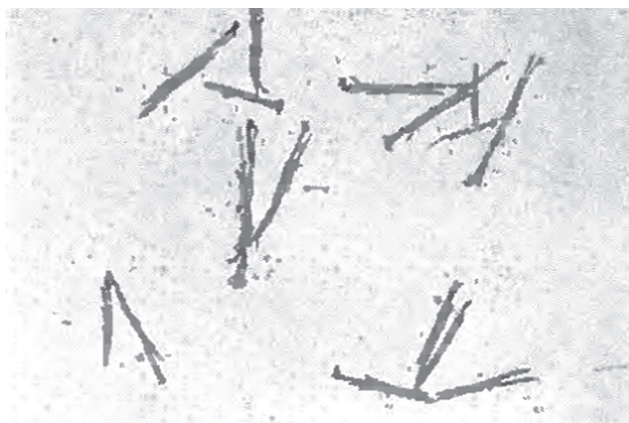
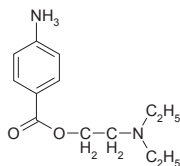


Рис. 49. Йодвисмутат никотина

### **5.18. Новокаин**

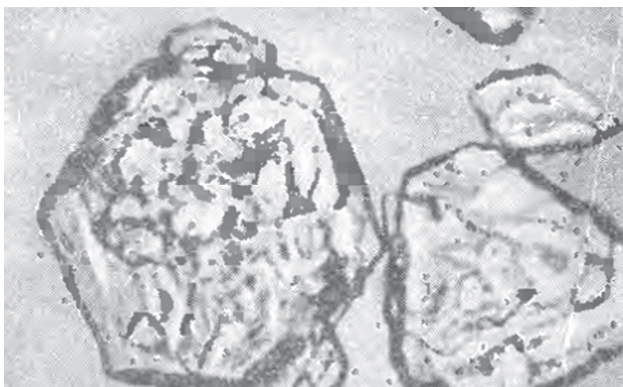


Кристаллы новокаина имеют форму шестиугольных табличек (рис. 50) размером 0,32\*0,2 мм.

### Реакция новокаина с раствором пикриновой кислоты

Крупинка новокаина, введенная в каплю 0,5-процентного раствора пикриновой кислоты, вызывает образование кристалличе-





*Рис. 50. Новокаина основание*

ских сrostков из игольчатых и призматических кристаллов, а также дендритов темно-желтого цвета (рис. 51). Открываемый минимум: 7 мкг новокаина; предельная концентрация — 1:714.



*Рис. 51. Пикрат новокаина*

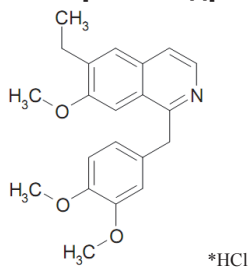
#### Реакция новокаина с раствором стифниновой кислоты

При взаимодействии капель раствора новокаина и насыщенного раствора стифниновой кислоты выделяется желтый аморфный осадок, переходящий вскоре в кристаллический: пучки из бледно-желтых игл (рис. 52) размером 0,3\*0,3 мм. Открываемый минимум: 6,6 мкг новокаина; предельная концентрация — 1:1515.



Рис. 52. Стифнат новокаина

### 5.19. Папаверина гидрохлорид



Папаверина гидрохлорид — призматические кристаллы (рис. 53) размером 0,04\*0,01 мм.

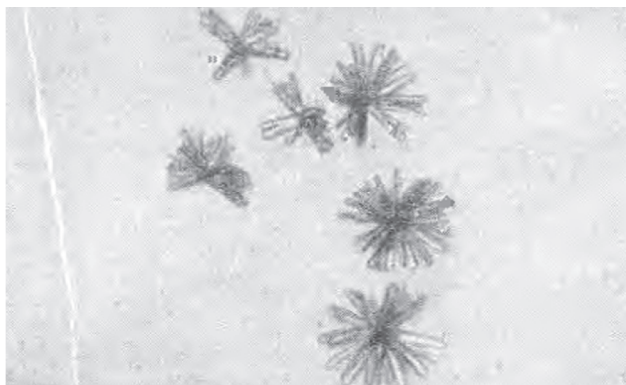


Рис. 53. Папаверина основание

### Реакция папаверина с раствором хлорида кадмия

Взаимодействие капле растворов папаверина гидрохлорида и хлорида кадмия (10-процентный раствор) приводит к образованию характерных сростков из тонких кубической формы пластинок (рис. 54). Открываемый минимум: 10 мкг папаверина; предельная концентрация — 1:2000.

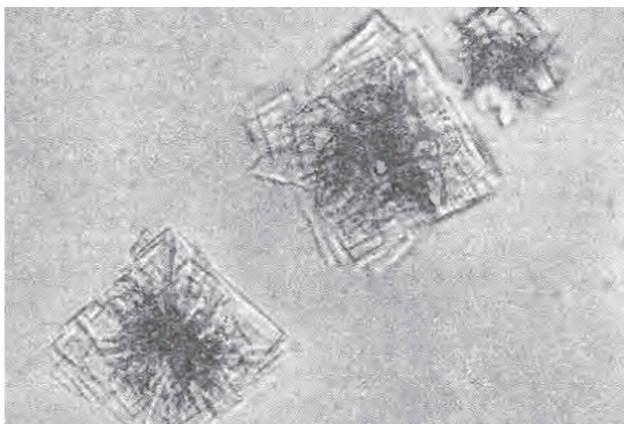
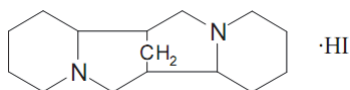


Рис. 54. Продукт реакции папаверина с раствором хлорида кадмия

### **5.20. Пахикарпина гидройодид**



Кристаллы в форме толстых глыбок (рис. 55).

### Реакция пахикарпина с раствором золотобромистоводородной кислоты

К капле исследуемого раствора прибавляют на предметном стекле сначала каплю реактива, состоящего из 5-процентного раствора  $\text{HAuCl}_4$ , концентрированной соляной кислоты и ацетона (1:1:1), а затем 3–4 кристаллика бромида калия — образуется красный осадок, состоящий из кристаллических сростков (рис. 56) красно-желтого

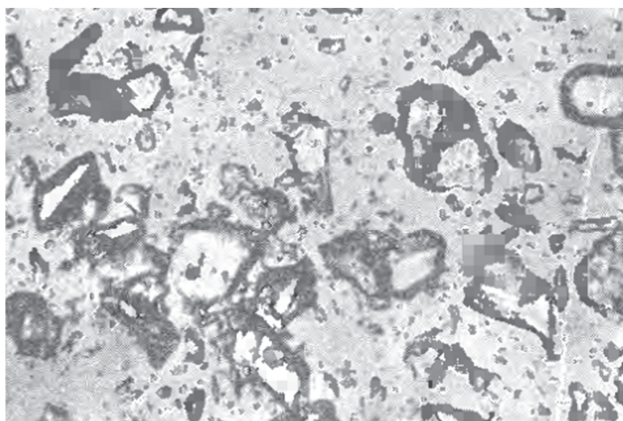


Рис. 55. Пахикарпина гидроидид

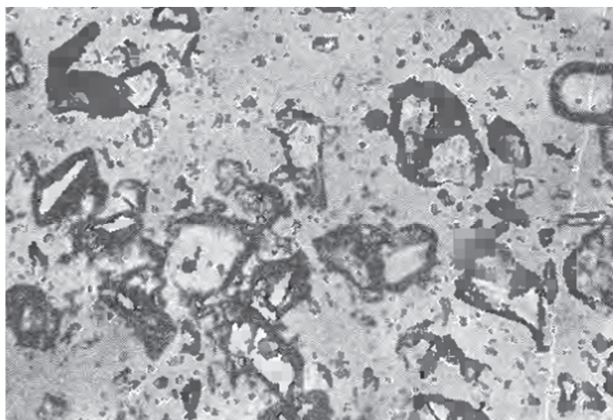
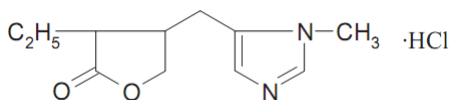


Рис. 56. Бромаурат пахикарпина

и светло-коричневого цветов. Открываемый минимум: 20 мкг пахикарпина; предельная концентрация — 1:500.

### 5.21. Пилокарпина гидрохлорид



Кристаллы в форме толстых табличек (рис. 57) размером 0,22\*0,16 мм.

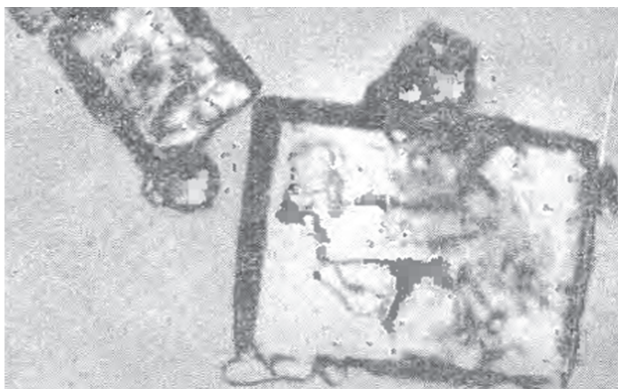
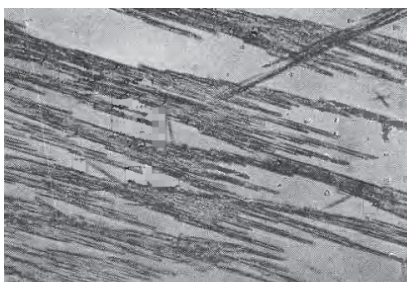


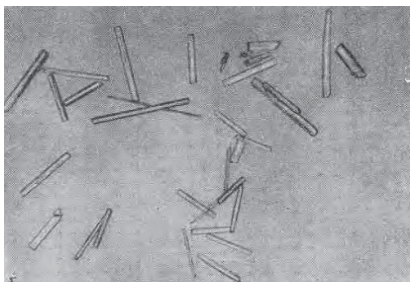
Рис. 57. Пилокарпина гидрохлорид

#### Реакция пилокарпина с раствором пикриновой кислоты

При взаимодействии на предметном стекле капля анализируемого раствора и 0,5-процентного раствора пикриновой кислоты вскоре образуются характерные кристаллические агрегаты (рис. 58а) желтого цвета размером 1\*0,1 мм. Из разбавленных растворов (0,2 -процентного раствора и менее концентрированных) выпадают отдельные удлиненные призмы (рис. 58б) пикрата пилокарпина:  $C_{11}H_{16}O_2N_2-2C_6H_2(NO_2)_2OH$ . Открываемый минимум: 15 мкг пилокарпина, предельная концентрация — 1:666.



а



б

Рис. 58. Пикрат пилокарпина: а — из концентрированного раствора алкалоида; б — из разбавленного раствора алкалоида



#### Реакция пилокарпина с раствором пикролоновой кислоты

Испытуемую каплю раствора соединяют на предметном стекле с каплей насыщенного раствора пикролоновой кислоты. Вскоре выделяются кристаллические сrostки из желтых кристаллов (рис. 59). Открываемый минимум: 6 мкг пилокарпина; предельная концентрация — 1:1666.

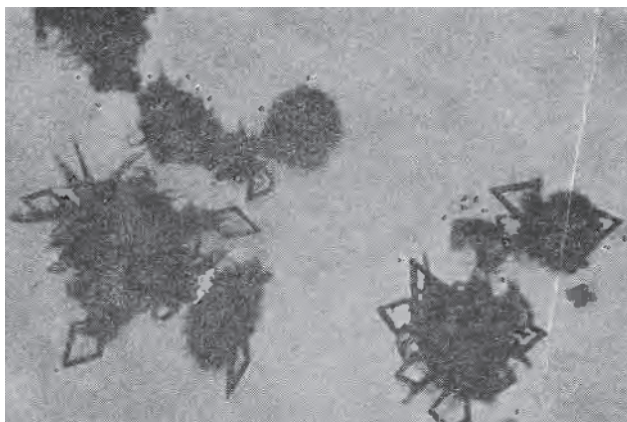


Рис. 59. Пикролонат пилокарпина

#### Реакция пилокарпина с раствором стифниновой кислоты

При взаимодействии капль растворов хлористоводородной соли пилокарпина и насыщенного раствора стифниновой кислоты медленно выкристаллизовываются бесцветные агрегаты (рис. 60). Для быстрого получения стифната пилокарпина необходимым условием является потирание предметного стекла стеклянной палочкой в месте соединения капль испытуемого раствора с реактивом. При быстрой кристаллизации выпадают кристаллические сrostки из палочковидных кристаллов, а также отдельные палочковидные кристаллы размером 0,08\*0,02 мм. Открываемый минимум: 1,9 мкг пилокарпина; предельная концентрация — 1:5263.

#### Реакция пилокарпина с раствором тетрародандиаминохромата аммония (солью Рейнеке)

Из растворов хлористоводородной соли пилокарпина при добавлении 1-процентного раствора соли Рейнеке выделяются кристал-

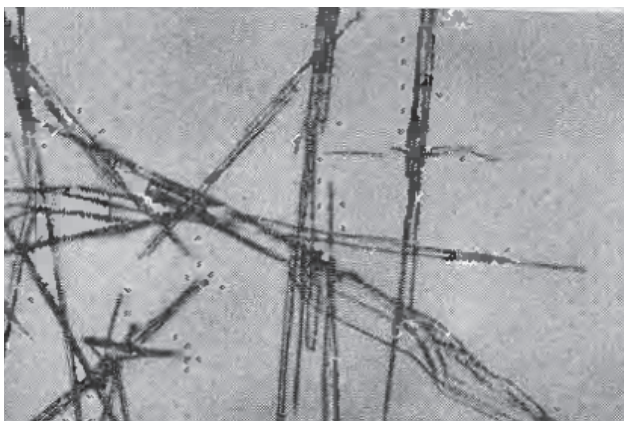


Рис. 60. Стифнат пилокарпина

лические дендриты в виде разросшихся кустарников (рис. 61) размером 4\*4 мм. Открываемый минимум: 3,2 мкг пилокарпина; предельная концентрация — 1:3125.

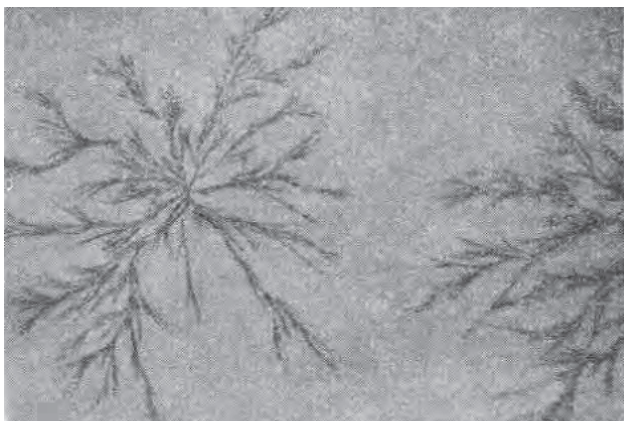


Рис. 61. Рейнекат пилокарпина

### Реакция пилокарпина с раствором золотохлористоводородной кислоты

При добавлении к капле раствора пилокарпина гидрохлорида капли 5-процентного раствора золотохлористоводородной кислоты тотчас

образуются игольчатой формы кристаллы (рис. 62). Открываемый минимум: 0,8 мкг пилокарпина; предельная концентрация — 1:13200.

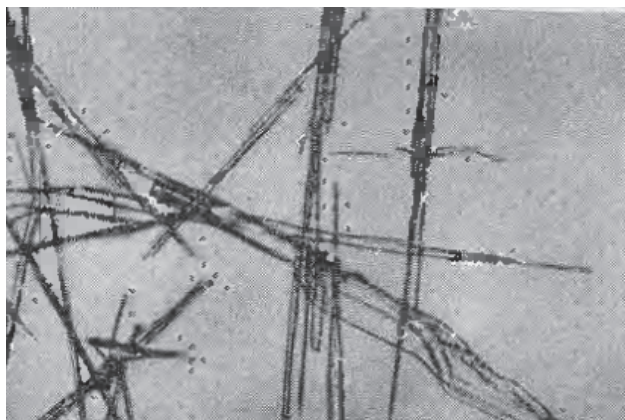


Рис. 62. Хлороаурат пилокарпина

Реакция пилокарпина с раствором золотобромистоводородной кислоты

К капле раствора пилокарпина гидрохлорида прибавляют на предметном стекле каплю раствора  $\text{HAuCl}_4$  и кристаллик бромида калия — выпадают игольчатые кристаллы (рис. 63) красного и желтого цвета. Открываемый минимум: 0,74 мкг пилокарпина; предельная концентрация — 1:13 500.

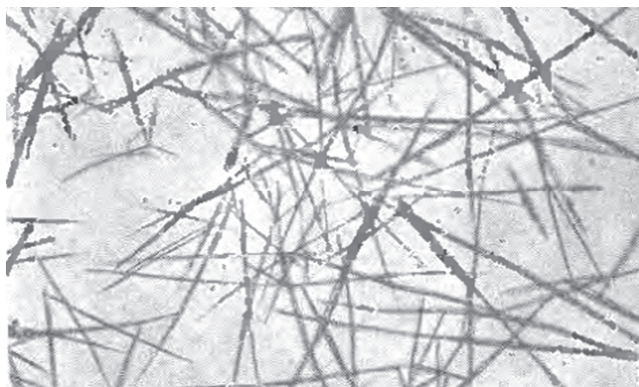
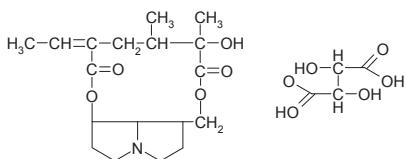


Рис. 63. Бромонаурат пилокарпина



## 5.22. Платифиллина гидротартрат



Кристаллы в виде игл и призм (рис. 64) размером 0,24\*0,03 мм.



Рис. 64. Платифиллина гидротартрат

### Реакция платифиллина с раствором золотохлористоводородной кислоты

При взаимодействии раствора платифиллина гидротартрата с 6-процентным раствором  $\text{HAuCl}_4$  образуются кристаллы в форме игл и характерных продольных сrostков из игл (рис. 65). Открываемый минимум: 16,6 мкг платифиллина; предельная концентрация — 1:603.

### Реакция платифиллина с солью Рейнеке

При взаимодействии на предметном стекле капли раствора платифиллина гидротартрата с каплей 1-процентного раствора соли Рейнеке выделяется кристаллический осадок, состоящий из сферолитов. Открываемый минимум: 2,7 мкг платифиллина; предельная концентрация — 1:7430.

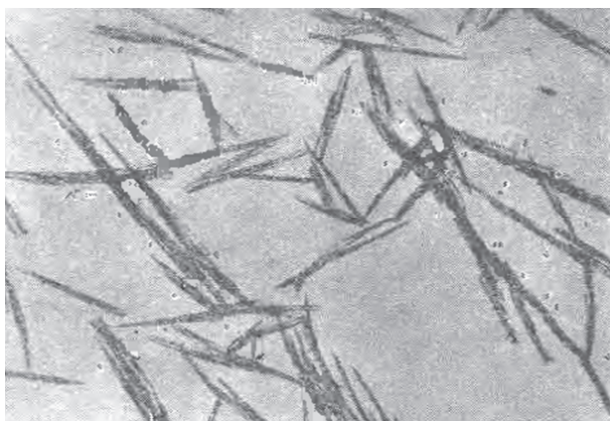


Рис. 65. Хлороаурат платифиллина

Реакция платифиллина с раствором бромистоводородной  
кислоты

К капле раствора платифиллина гидротартрата прибавляют сначала каплю реактива, состоящего из 5-процентного раствора  $\text{HAuCl}_4$ , концентрированной соляной кислоты и ацетона (1:1:1), а затем 2–3 крупинки бромида калия, образуются кристаллические сrostки в форме снопов и отдельных пучков из игл светло-коричневого цвета (рис. 66).

Открываемый минимум: 4 мкг платифиллина; предельная концентрация — 1: 2500.



Рис. 66. Бромоеаурат платифиллина

### 5.23. Скополамина гидробромид

Удлиненные призмы с концевыми и без концевых граней, местами сросшиеся к основанию (рис. 67) размером 0,08\*0,3 мм.



Рис. 67. Скополамина гидробромид

#### Реакция скополамина с раствором соли Рейнеке

При смешивании исследуемого раствора с каплей 1-процентного раствора соли Рейнеке получается сиреневый осадок, состоящий из пучков кристаллов бледно-сиреневого цвета. Пучки состоят из тонких ромбовидных пластинок (рис. 68), которые по своей форме сходны с кристаллами рейнекатов атропина и гиосциамина. Открываемый минимум: 3 мкг скополамина; предельная концентрация — 1:1000.

#### Реакция скополамина с раствором золотобромистоводородной кислоты

К капле раствора скополамина гидробромида прибавляют каплю реактива, состоящего из 5-процентного раствора золотохлористоводородной кислоты, концентрированной соляной кислоты и ацетона (1:1:1). В образовавшийся желтый осадок вводят 2–3 крупинки бромида калия — осадок становится красно-коричневым. При микроскопическом наблюдении видны односторонне зубчатые дендриты (рис. 69) светло-коричневого, желтого и красно-оранжевого цвета.

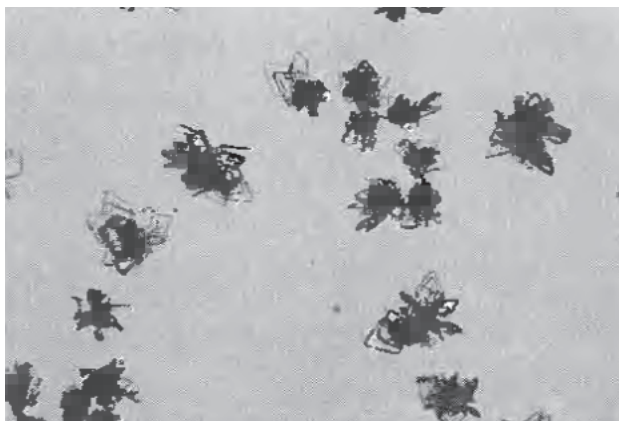


Рис. 68. Рейнекат скополамина

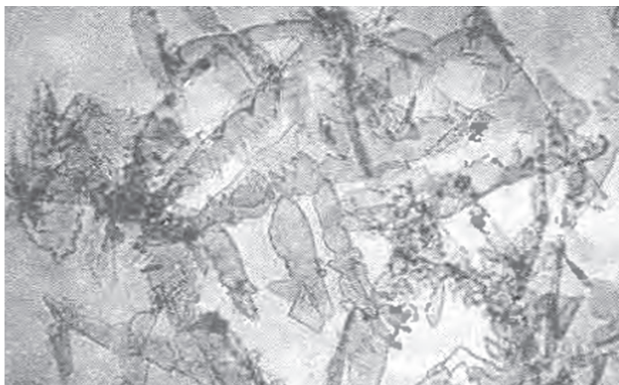


Рис. 69. Бромоаурат скополамина

Размер кристаллов чаще всего  $0,4 \times 0,06$  мм. Открываемый минимум: 1 мкг скополамина; предельная концентрация — 1:20 000.

Реакция скополамина с раствором золотохлористоводородной кислоты

От прибавления капли 5-процентного раствора  $\text{HAuCl}_4$  к капле раствора скополамина гидробромида образуется бледно-желтый кристаллический осадок, состоящий из бесцветных и желтых дендритов (рис. 70). Открываемый минимум: 1,2 мкг скополамина; предельная концентрация — 1:20 000.

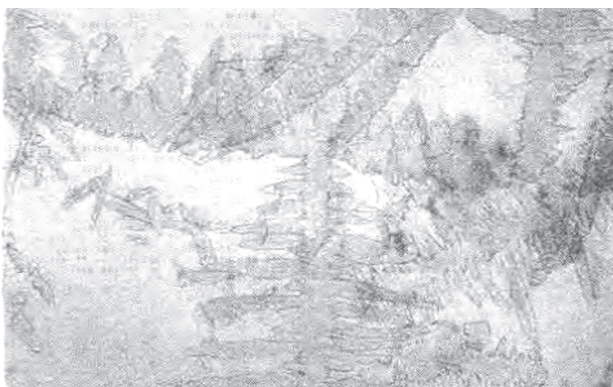
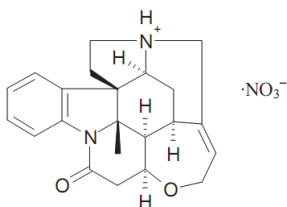


Рис. 70. Хлороаурат скополамина

### 5.24. Стрихнина нитрат



Стрихнина нитрат (рис. 71) — хорошо ограненные призматические кристаллы размером 0,5\*0,05 мм.

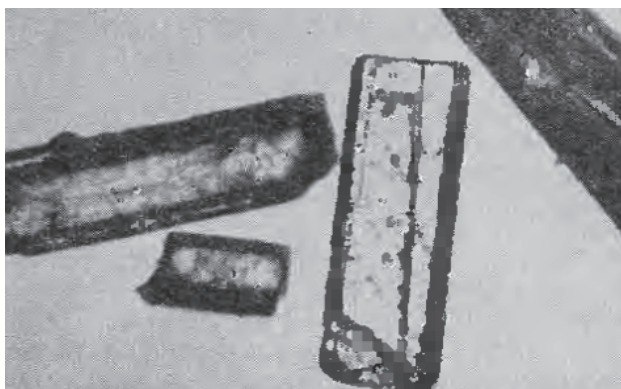


Рис. 71. Стрихнина нитрат

### Реакция стрихнина с раствором пикриновой кислоты

Для проведения реакции каплю раствора стрихнина нитрата соединяют на предметном стекле с каплей 0,5-процентного раствора пикриновой кислоты — сразу же выпадают в осадок кристаллы пикрата стрихнина — иглы с закрученными концами, собранные в пучки (рис. 72), или отдельные кристаллы. Длина иглочки — 0,08 мм. Открываемый минимум: 0,17 мкг стрихнина; предельная концентрация — 1:2941.

### Реакция стрихнина с раствором пикролоновой кислоты

Каплю исследуемого раствора смешивают на предметном стекле с каплей насыщенного раствора пикролоновой кислоты; через несколько минут образуются кристаллы пикролоната стрихнина ( $C_{21}H_{22}N_2O_2 \cdot C_{10}H_8N_4O_3$ ) — пучки из игл (рис. 73). Открываемый минимум: 0,05 мкг стрихнина; предельная концентрация — 1:100 000.

### Реакция стрихнина с раствором нитраниловой кислоты

Если в каплю раствора стрихнина нитрата внести 1–2 капли 1-процентного раствора нитраниловой кислоты, то вскоре выпадают в осадок бесцветные иглы и удлиненные призмы (рис. 74) нитранилата стрихнина ( $C_{21}H_{22}N_2O_2$ )<sub>2</sub> · C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>N<sub>2</sub>O<sub>8</sub>. Открываемый минимум: 10 мкг стрихнина; предельная концентрация — 1:1000.

### Реакция стрихнина с раствором соли Рейнеке

При соединении на предметном стекле капли нитрата стрихнина с каплей свежеприготовленного 1-процентного раствора соли Рейнеке сначала образуется аморфный сиреневый осадок, который вскоре переходит в кристаллический (нагревание способствует скорому выделению кристаллов). Кристаллы — пучки из игл (рис. 75) размером 0,1\*0,1 мм. Открываемый минимум: 0,8 мкг стрихнина; предельная концентрация — 1:25 000.

### Реакция стрихнина с раствором платинохлористоводородной кислоты

Если к капле раствора нитрата стрихнина прибавить каплю 10-процентного раствора платинохлористоводородной кислоты, то через 5–10 минут выпадают бесцветные призмы хлорплатината (рис. 76)





Рис. 72. Пикрат стрихнина

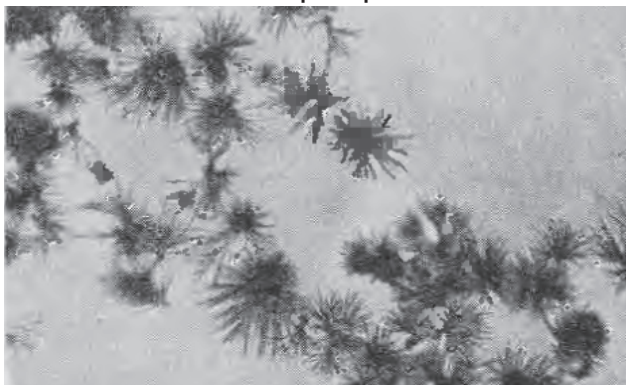


Рис. 73. Пикролонат стрихнина



Рис. 74. Нитранилат стрихнина





Рис. 75. Рейнекат стрихнина



Рис. 76. Хлороплатинат стрихнина

$[(C_{21}H_{22}N_2O_2 \cdot HCl)_2 \cdot PtCl_4 \cdot 1.5H_2O]$ , в которых две грани, расположены X-образно. Открываемый минимум: 0,5 мкг стрихнина; предельная концентрация — 1:20 000.

#### Реакция стрихнина с раствором палладиевохлористоводородной кислоты

При взаимодействии капле раствора стрихнина нитрата и 1-процентного раствора палладиевохлористоводородной кислоты выпадают в осадок кристаллы хлоропалладеата стрихнина — пучки из призм и игл (рис. 77). Открываемый минимум: 2 мкг стрихнина; предельная концентрация — 1:2000.

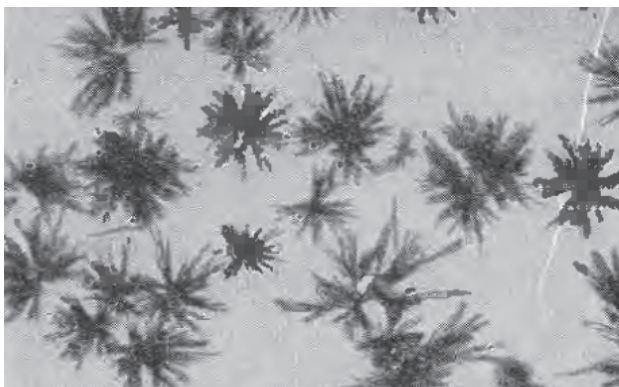


Рис. 77. Хлоропалладеат стрихнина

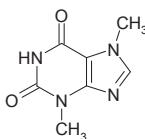
#### Реакция стрихнина с раствором йодида кадмия

Испытуемую каплю соединяют на предметном стекле с каплей 15-процентного раствора йодида кадмия, образуется белый аморфный осадок, который через несколько минут становится кристаллическим. Под микроскопом наблюдаются кристаллические сростки, состоящие из палочковидных и пластинчатых кристаллов (рис. 78). Из разбавленных растворов (около 0,6 мкг стрихнина) сразу же, минуя стадию аморфного состояния, выделяется кристаллический осадок. Из растворов с открываемым минимумом менее 0,3 мкг стрихнина образуются отдельные пластинки. Открываемый минимум: 0,01 мкг стрихнина; предельная концентрация — 1:200 000.



Рис. 78. Продукт реакции стрихнина с раствором йодида кадмия

## 5.25. Теобромин



### Реакция теобромина с раствором йодвисмутата калия

При добавлении к крупинке теобромина основания капли 10-процентного раствора соляной кислоты и (после растворения крупинки) капли раствора йодвисмутата калия выделяется аморфный осадок. Через 8–10 минут с краев капли к центру начинают вырастать пучки кристаллов из темно-красных игл (рис. 79). Длина игл — 0,06 мм. Открываемый минимум: 19 мкг теобромина; предельная концентрация — 1:263.

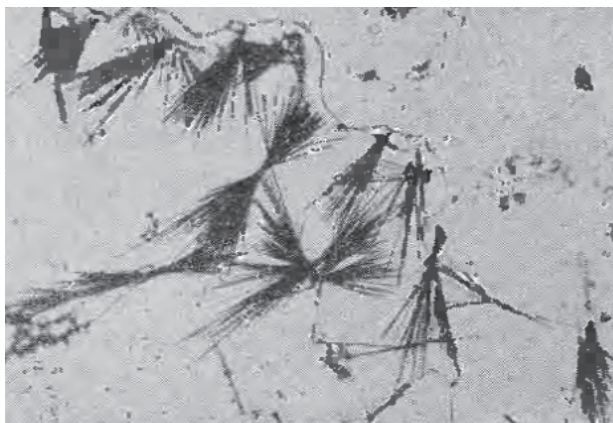
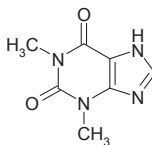


Рис. 79. Йодвисмутат теобромина

## 5.26. Теофиллин



### Реакция теофиллина с раствором хлорида окисной ртути

Каплю исследуемого раствора соединяют на предметном стекле с каплей 6-процентного раствора хлорида окисной ртути. На месте соединения капля производит легкое потирание предметного стекла. В ту же минуту под микроскопом наблюдается выделение мелких коротких призм с концевыми гранями и без них (рис. 80). Открываемый минимум: 5 мкг теофиллина; предельная концентрация — 1:2000.

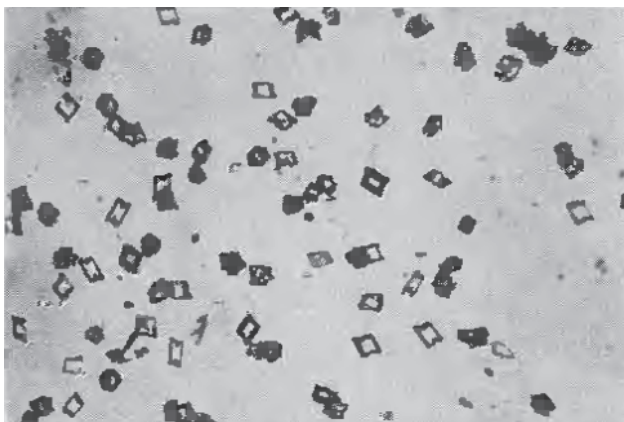
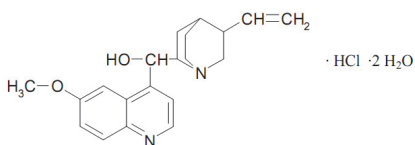


Рис. 80. Продукт реакции теофиллина с раствором хлорида окисной ртути

### **5.27. Хинина гидрохлорид**

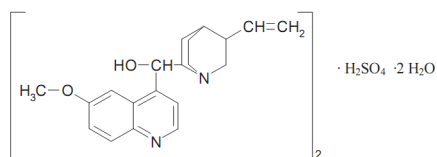


Призматические и игольчатые кристаллы (рис. 81).



Рис. 81. Хинина гидрохлорид

### 5.28. Хинина сульфат

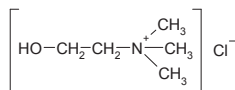


Призматические кристаллы размером 0,06\*0,02 мм.

#### Реакция хинина с раствором нитраниловой кислоты

1 раствор нитраниловой кислоты осаждает из растворов хинина гидрохлорида аморфный осадок нитранилата хинина ( $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2$ )\*  $\text{C}_6\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_8$ , который при стоянии переходит в кристаллический — иглы, удлинённые призмы (рис. 82) размером 0,4\*0,02 мм.

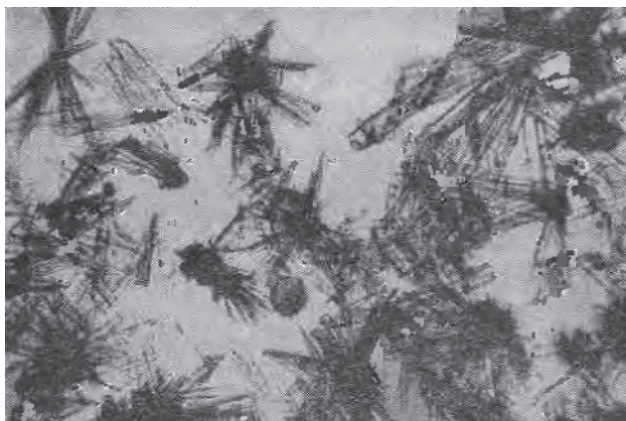
### 5.29. Холин



#### Реакция холина с раствором золотохлористоводородной кислоты

При взаимодействии капли раствора холина гидрохлорида с каплей 5-процентного раствора золотохлористоводородной кислоты через 2–3





*Рис. 82. Нитранилат хинина*

минуты образуется кристаллический осадок, состоящий из кристаллов разнообразной формы. Сначала образуются кристаллы в форме удлиненных призм с неровными гранями, с односторонней и двусторонними концевыми гранями. Затем начинают выпадать пластинки в форме параллелограмма (рис. 83); при стоянии количество их увеличивается.



*Рис. 83. Хлороаурат холина*



### Реакция холина с раствором тетрародандиаминохрома аммония

Добавление к капле раствора холина гидрохлорида капли свеже-приготовленного 1-процентного раствора тетрародандиаминохрома аммония приводит к образованию кристаллического осадка. Под микроскопом видны иглы и пластинки. При детальном изучении этих кристаллов обнаружено, что они представляют собой очень тонкие пластинки. Видимые иглы — это ребра пластинок (рис. 84).

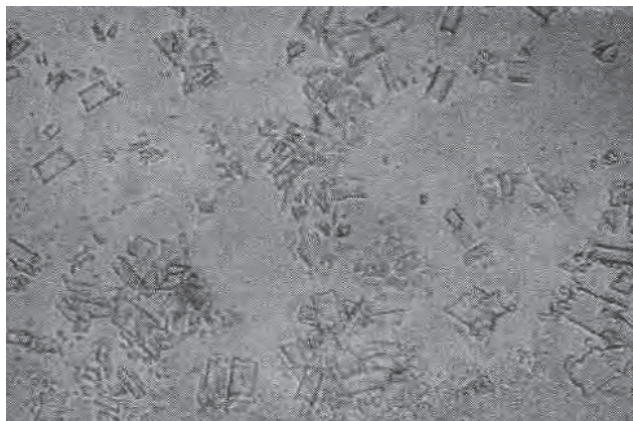
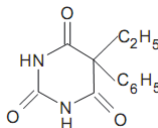


Рис. 84. Рейнекат холина

### Реакция холина с раствором вода в йодиде калия

При взаимодействии холина гидрохлорида с раствором йода в йодиде калия через 5–10 минут образуются темно-коричневые кристаллы в форме удлинённых призм (рис. 85), часть из них имеет скошенные двусторонние концевые грани. При стоянии (10–15 минут) кристаллы превращаются в темно-коричневые маслянистые капли.

## **5.30. Фенобарбитал**

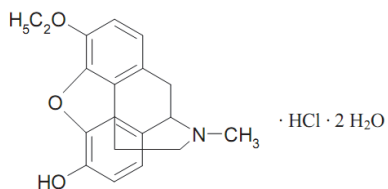


Кристаллы в форме призм и табличек размером 0,4\*0,08 мм.



Рис. 85. Йодид холина

### 5.31. Этилморфина гидрохлорид



Кристаллы в форме игл и призм (рис. 86). Средний размер кристаллов — 0,06\*0,01 мм. Кристаллы анизотропные, двуосные.



Рис. 86. Этилморфина гидрохлорид

### Реакция этилморфина с раствором хлорида окисной ртути

Если к капле раствора этилморфина гидрохлорида добавить каплю 5-процентного раствора хлорида окисной ртути, то через некоторое время выпадают в осадок тонкие бесцветные пластинки и удлиненные призмы с двусторонними концевыми гранями и размером  $0,18 \times 0,03$  мм. При потирании предметного стекла на месте соединения капель стеклянной палочкой тотчас образуются характерные пучки из игл и призм (рис. 87) состава:  $C_{19}H_{23}NO_3 \cdot HCl \cdot 2HgCl_2$ .

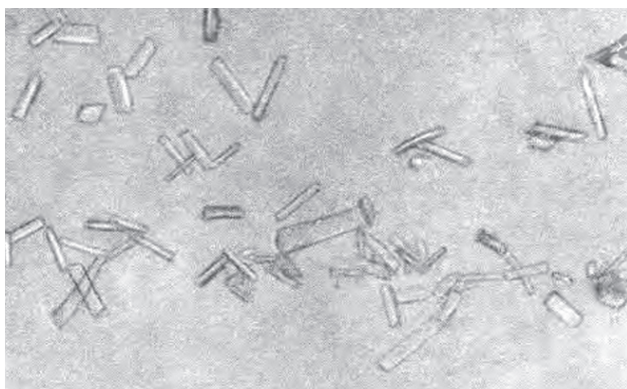
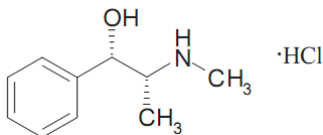


Рис. 87. Продукт реакции этилморфина с раствором двухлористой ртути

### **5.32. Эфедрина гидрохлорид**



Эфедрина гидрохлорид — это призматические анизотропные, двuosные кристаллы (рис. 88).

### Реакция эфедрина с раствором йодвисмутата калия

При взаимодействии капель растворов эфедрина гидрохлорида и йодвисмутата калия через 10 минут наблюдается выпадение кристаллического осадка, состоящего из кристаллов двух видов: темно-красных игл и тонких оранжевых пластинок, местами агрегатов из пластинок (рис. 89). Средний размер игл —  $0,28 \times 0,1$  мм, агре-



Рис. 88. Эфедрина гидрохлорид

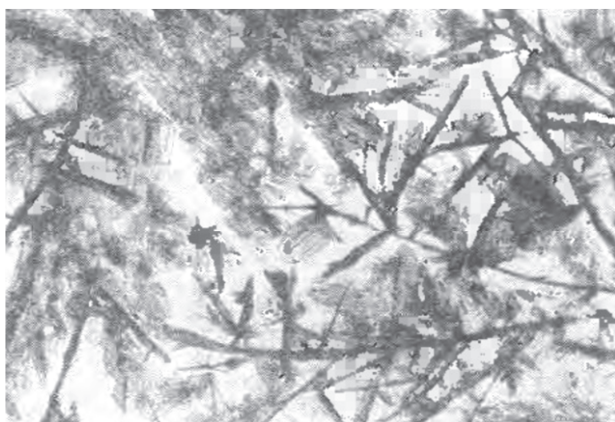


Рис. 89. Йодвисмутат эфедрина

готов и пластинок —  $1 \times 0,03$  мм. Кристаллы йодвисмутата эфедрина анизотропные, интерференционная окраска пластинок желтая, игл — розовая. Открываемый минимум: 1 мкг эфедрин; предельная концентрация — 1:5000.

#### Реакция эфедрина с солью Рейнеке

При взаимодействии капль раствора эфедрина гидрохлорида и 1-процентного свежеприготовленного раствора соли Рейнеке выпадает кристаллический осадок, состоящий из тонких пластинок прямоугольной формы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная фармакопея СССР. — 11-е изд. — М.: Медицина, 1987. — Вып. 2. — С. 126.
2. Государственная фармакопея СССР. — 8-е изд. — М.: Медгиз, 1952. — С. 705–707.
3. Лазуревский, Г. В. Практические работы по химии природных соединений / Г. В. Лазуревский, И. В. Терентьева, А. А. Шамшурин. — Вып. 1. — М.: Высшая школа, 1961. — С. 179–180.
4. Орехов, А. П. Химия алкалоидов / А. П. Орехов. — М.: Издательство академии наук СССР, 1955.
5. Позднякова, В. Т. Микрорентгенографический анализ препаратов и ядов / В. Т. Позднякова. — М.: Медицина, 1968.
6. Степанов, А. Судебная химия и открытие профессиональных ядов / А. Степанов. — М.: Медгиз, 1939.
7. Швайкова, М. Д. Токсикологическая химия / М. Д. Швайкова. — 3-е изд. — М.: Медицина, 1975.
8. Кузмичева, Г. М. Кристаллография: учебное пособие / Г. М. Кузмичева. — М.: МИТХТ, 2002. — 80 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Микрокристаллоскопические реакции для экспресс-анализа [7]

<i>Наименование соединения</i>	<i>Применяемый реактив</i>	<i>Форма кристаллов</i>	<i>Время выделения кристаллов, мин.</i>
Атропина сульфат	1-процентный раствор Рейнеке	Кристаллические сrostки	2–3 мин.
	Насыщенный раствор пикриновой кислоты	Пластины и сrostки из пластинок	8–10 мин.
Анестезин (спиртовой раствор)	15-процентный раствор $\text{CdI}_2$	Крупные иглы	5–10 мин.
Анестезин	Насыщенный раствор пикриновой кислоты	Пучки из игл	5–6 мин.
Бензамон	Насыщенный раствор пикриновой кислоты	Удлиненные призмы	5–10 мин.
	5-процентный раствор $\text{HAuCl}_4$	Пластины	Тотчас
Гармина гидрохлорид	10-процентный раствор $\text{H}_2\text{PtCl}_6$	Иглы	1–2 мин.
	1-процентный раствор $\text{H}_2\text{PdCl}_6$	Иглы	Тотчас
	$\text{HAuCl}_4 + \text{HCl}$ конц. + ацетон и $\text{KBr}$	Тонкие иглы	Тотчас
Гидрастинина хлорид	1-процентный раствор $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$	Крупные иглы	Тотчас
Гиосциамина гидробромид	1-процентный раствор Рейнеке	Кристаллические сrostки	3–5 мин.
Гоматропина гидробромид	1-процентный раствор Рейнеке	Кристаллические сrostки	3–5 мин.
Гексоний Б	Насыщенный раствор пикриновой кислоты	Иглы	2–5 мин.
Дикаин	Насыщенный раствор стифниновой кислоты	Дендриты	10 мин.



Котарпина хлорид (стиптицин)	10-процентный раствор $\text{H}_2\text{PtCl}_6$	Иглы	Тотчас
	5-процентный раствор хлорида окисной ртути	Длинные иглы	Тотчас
	1-процентный раствор Рейнеке	Иглообразные и лодочкообраз- ные	Тотчас
	5-процентный раствор пикриновой кислоты	Пучки из игл	Тотчас
Кокаина гидрохлорид	10-процентный раствор $\text{H}_2\text{PtCl}_6$	Дендриты	1–3 мин.
Кофеин-бензоат натрия	$\text{HAuCl}_4 + \text{HCl} +$ ацетон и $\text{KBr}$	Крупны иглы	Тотчас
Новокаин	Насыщенный раствор пикриновой кислоты	Сростки из призм	10 мин.
Морфина гидрохлорид	Насыщенный раствор пикролоновой кислоты	Сферолиты	10–12 мин.
	15-процентный раствор йодида кадмия	Иглы	1–5 мин.
Пахикарпина гидройодид	$\text{HAuCl}_4 + \text{HCl} + \text{KBr}$	Сростки	5–10 мин.
Пилокарпина гидрохлорид	Насыщенный раствор стифниновой кислоты	Агрегаты	5–6 мин.
	Насыщенный раствор пикриновой кислоты	Агрегаты	5–6 мин.
	1-процентный раствор Рейнеке	Кристаллические сростки	8–9 мин.
	5-процентный раствор $\text{HAuCl}_4 + \text{KBr}$	Иглы	2–5 мин.
Платифиллина гидотартрат	5-процентный раствор $\text{HAuCl}_4$	Сростки из игл	10–125 мин.
	$\text{HAuCl}_4 + \text{HCl} + \text{KBr}$	Сростки из игл	5–6 мин.

Пентамин	Насыщенный раствор стифниновой кислоты	Кристаллические сrostки	5–6 мин.
	Насыщенный раствор пикриновой кислоты	Кристаллические сrostки	5–6 мин.
Сальсолина гидрохлорид	Реактив Драгендорфа	Сферолиты	3–5 мин.
	10-процентный раствор $\text{H}_2\text{PtCl}_6$	Веретенообразные	Тотчас
Сальсолидина гидрохлорид	5-процентный раствор $\text{HAuCl}_4$	Дендриты	1–2 мин.
Скополамина гидробромид	$\text{HAuCl}_4$ + ацетон + $\text{HCl}$ + крупинка $\text{KBr}$	Дендриты	1–2 мин.
	5-процентный раствор $\text{HAuCl}_4$	Дендриты	1–2 мин.
	1-процентный раствор Рейнеке	Кристаллические сrostки	2–3 мин.
Стрихнина нитрат	0,5-процентный раствор пикриновой кислоты	Скрученные иглы	1–2 мин.
	10-процентный раствор $\text{H}_2\text{PtCl}_6$	Призмы в виде конвертов	1–2 мин.
Сферофизина бензоат	Насыщенный раствор пикриновой кислоты	Призмы	5–8 мин.
Теофиллин	5-процентный раствор хлорида окисной ртути	Призмы	2–5 мин.
Тиокаин	Соль Рейнеке	Пластинки	
Текодин хлористоводородный	Соль Рейнеке	Дендриты	10 мин.
Физостигмина салицилат	5-процентный раствор $\text{HAuCl}_4$ + ацетон + $\text{HCl}$ + $\text{KBr}$	Кристаллические сrostки	4–5 мин.
Фенатин	Насыщенный раствор пикриновой кислоты	Пучки из игл	Тотчас
Холина гидрохлорид	Соль Рейнеке	Пластинки	1–2 мин.
Эфедрина гидрохлорид	Реактив Драгендорфа	Иглы, пластинки	15 мин.

*Учебно-справочное пособие  
по фармацевтической химии*

*Составители:*

Наталья Валерьевна Словеснова  
Михаил Юрьевич Кинев  
Александр Юрьевич Петров  
Владимир Алексеевич Зырянов  
Сергей Анатольевич Главатских  
Ольга Александровна Мельникова

## МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

ISBN

*Редактор Е. Бортникова  
Корректор Л. Моисеева  
Дизайн, верстка А. Шевела*

Оригинал-макет подготовлен:  
Издательство УГМУ  
Г. Екатеринбург, ул. Репина, 3, каб. 310  
Тел.: (343) 214–85–65  
E-mail: [pressa@usma.ru](mailto:pressa@usma.ru)